inside 9 3/16 x 6

QK1
.D48
1916
v.34

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

VIERUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

BAND XXXIV.

MIT 25 TAFELN, 4 BILDNISTAFELN UND 109 TEXTABBILDUNGEN
IN 257 EINZELFIGUREN.

B 12.50

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1916

SHOUT
SHARE
IT

Bericht

über den

Stand der Gesellschaft

im Jahre 1916 und S. S. 1917.

Auch im Jahre 1916 konnte eine Generalversammlung, wie im vorigen Bericht bereits als wahrscheinlich angenommen wurde, nicht stattfinden. — Wir geben daher wiederum nur einen kurzen Überblick über den Stand der Gesellschaft.

Die Mitgliederzahl, die am Ende des vorigen Berichtsjahres 608 betrug, ist bis zum Juni 1917 die gleiche geblieben.

Seit Veröffentlichung des vorigen Berichtes wurden uns durch den Tod folgende Mitglieder entrissen:

Leopold Kny, gest. am 26. Juni 1916,
Chr. Luerssen, „ „ 3. Juli 1916,
Julius v. Wiesner, gest. am 12. Oktober 1916,
Daniel Oliver, gest. am 16. Dezember 1916,
Georg Volkens, gest. am 10. Januar 1917,
Ad. Andrée, gest. am 25. Februar 1917,
Otto Müller, gest. am 29. März 1917.

Den Tod fürs Vaterland starben:

Wilhelm Heering, am 16. Mai 1916, und
O. Schubert, am 18. September 1916.

Im vorliegenden Hefte finden sich Nachrufe auf L. Kny von Werner Magnus, Julius v. Wiesner von Hans Molisch und Daniel Oliver von Hans Schinz. Nachrufe für G. Volkens, Otto Müller und W. Heering werden im nächsten Schlußheft veröffentlicht werden.

Die finanzielle Lage der Gesellschaft ist als günstig zu bezeichnen. Einzelheiten sind aus der Anlage zu ersehen.

Das späte Erscheinen des Schlußheftes ist darauf zurückzuführen, daß die Druckerei wegen Personalmangels nicht mehr in der Lage war, ihren Betrieb in geeigneter Weise aufrecht zu erhalten.

J. REINKE,
z. Z. Präsident.

W. WÄCHTER,
Sekretär.

Sitzung vom 28. Januar 1916.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben dreier Mitglieder. Herr Dr. phil.

Carl Grün

aus Bielefeld fiel auf dem Felde der Ehre am 31. August 1915, Herr Geh. Hofrat Prof. Dr.

F. Hildebrand

verstarb am 30. Dezember 1915 im 81. Lebensjahre in Freiburg i. B. und Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.

Paul Sorauer

am 9. Januar 1916 im 77. Lebensjahre.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Zum ordentlichen Mitgliede wird ernannt Fräulein **Lilienfeld**, Dr. **Fl.**, in **Berlin-Dahlem.**

Mitteilungen.

I. Hugo de Vries: Über die Abhängigkeit der Mutations-Koeffizienten von äußeren Einflüssen.

(Eingegangen am 14. Januar 1916.)

Das Studium der numerischen Verhältnisse, in denen die verschiedenen Arten von *Oenothera* neue Formen hervorbringen, wird teilweise durch die geringen Prozentsätze und teilweise durch die Mannigfaltigkeit der begleitenden Erscheinungen erschwert. Bekanntlich weisen die Oenotheren einen viel ausgedehnteren Kreis von Bastardierungsvorgängen auf, als die meisten Kulturpflanzen, Haustiere und Insekten. Die MENDELschen Gesetze, welche in so vielen Fällen anscheinend ausschließlich herrschen, treten hier in den Hintergrund. Die Bastarde der einzelnen Arten sind hier in der Regel intermediär zwischen ihren Eltern und sofort konstant, ohne Spaltungen. In einigen Fällen sind sie einförmig, in anderen sind die reziproken Bastarde einander ungleich, oder es treten Zwillinge auf, welche beide, obgleich deutlich verschieden, in ihren Eigenschaften zwischen den Eltern stehen. Bisweilen sind die Bastarde amphiklin[1]), indem sie zwei Gruppen bilden, deren eine dem Vater und deren andere der Mutter äußerlich gleicht.

Die Beziehungen der Mutationsvorgänge zu diesen Bastardierungserscheinungen wurden bisher vielfach verkannt. Sie treten am klarsten dort hervor, wo die letzteren am einfachsten sind. Wenn die Erfolge der Kreuzungen sich dem MENDELschen Gesetze in dessen einfachster Form fügen, kann über die gegenseitige Unabhängigkeit der Mutationen und der Kreuzungen überhaupt kein Zweifel bestehen. Ich wähle als Beispiel die Entstehung von Zwergen aus *Oenothera gigas*[2]). Seit dem ersten Jahre des Bestehens dieser Form bringt sie in jeder Generation etwa 1 bis 2 pCt. Zwerge durch Mutation hervor. Kreuzt man diese mit der

---

[1]) Über amphikline Bastarde. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XXXIII, S. 461, 1915.

[2]) *Oenothera gigas nanella,* a Mendelian Mutant. Botanical Gazette. Bd. LX. Nov. 1915, S. 337–345.

Mutterart, so gelten die einfachen MENDELschen Regeln für monohybride Verbindungen, und die Prozentsätze, in denen sie aus Bastarden hervorgehen können, sind somit gründlich bekannt, weichen aber von den erwähnten Mutations-Koeffizienten in auffallender Weise ab.

Nimmt man an, daß die Mutationen vor der Befruchtung stattfinden, so müssen bei der Befruchtung bisweilen zwei mutierte Sexualzellen zusammentreffen, öfter aber werden mutierte Zellen mit unveränderten kopulieren müssen. Die ersteren Verbindungen liefern in unserem Beispiel die *Gigas*-Zwerge, die letzteren aber Hybrid-Mutanten, deren Nachkommenschaft sich nach der MENDELschen Regel spaltet. Solche Bastard-Mutanten oder halbe Mutanten sind in den reinen Linien von *O. gigas* keineswegs selten; sie können aber nur aus ihrer Nachkommenschaft erkannt werden. Sie sind von SCHOUTEN, GATES und mir selbst mehrfach gefunden worden. Zu der Fortsetzung meiner reinen Linie von *O. gigas* habe ich sie selbstverständlich niemals benutzt und in dem Hauptstamme dieser Kultur sind latente Zwergkreuzungen somit nicht vorgekommen. Die Zwerge, welche durch Mutation entstehen, haben deshalb nachweislich unter ihren Vorfahren, rückwärts bis zum Anfang des ganzen *Gigas*-Stammbaumes in 1895, keine Kreuzungen gehabt. Sie können somit auch aus diesem Grunde nicht als Folgen solcher hypothetischen Vorgänge betrachtet werden.

Sind somit die Mutationen Erscheinungen eigener Natur, so erscheint die Frage nach ihrer Abhängigkeit von äußeren Einflüssen als eine berechtigte. Dabei sind aber die einzelnen Stadien des Prozesses auseinander zu halten. Ich bezeichne sie, mit Bezug auf den vorliegenden Fall, als Prämutation, als eigentliche oder synaptische Mutation und als die Kopulation der mutierten Sexualzellen. Die Prämutation ist der Anfang des mutabelen Zustandes für jedes einzelne in diesem Zustande befindliche Merkmal. Sie ist bei den Oenotheren, wenigstens für die bis jetzt untersuchten Mutationen, ein historischer Vorgang, der sich als solcher unserem experimentellen Studium entzieht. Sie ist für die parallelen Mutationen wohl älter als die Arten selbst. Das Vermögen, Zwerge hervorzubringen, verdanken *O. biennis* und *O. Lamarckiana* vermutlich ihren gemeinschaftlichen Vorfahren, das Mutieren in *O. gigas* haben diese beiden Arten mit *O. stenomeres* Bartl. und *O. pratincola* Bartl. gemein.

Die Vorgänge bei der Kopulation mutierter Sexualzellen müssen offenbar denselben Gesetzen folgen, wie die künstlichen Kreuzungen der mutierten Rassen. Sie lassen sich somit aus den

Erfolgen dieser Versuche berechnen. Diese aber hängen nachweislich von äußeren Einflüssen ab. Im Falle der amphiklinen Bastarde zwischen *O. Lamarckiana* und ihrem Zwerge wechselt das numerische Verhältnis der beiden Typen zwischen fast 0 und fast 100 pCt.; in anderen Beispielen wechselt es in ähnlicher Weise, wenn auch innerhalb engerer Grenzen. Wenden wir dieses auf den betreffenden Mutationsvorgang an. Ist eine Eizelle von *O. Lamarckiana* in *O. nanella* mutiert worden, und wird sie von einem normalen Pollenkern befruchtet, so kann der betreffende Keim je nach Umständen zu einer hohen *Lamarckiana*-Pflanze oder zu einem Zwerge emporwachsen. Die Aussicht, Zwerg zu werden, wird aber um so größer sein müssen, je günstiger die Kulturbedingungen der elterlichen Pflanzen sind.[1]) Oder mit anderen Worten, es werden die Mutations-Koeffizienten aus diesem Grunde durch die Lebenslage beeinflußt werden müssen.

Ob daneben auch die synaptische Mutation als solche eine analoge Abhängigkeit besitzt, habe ich bis jetzt nicht ermittelt.

Für meine Versuche wählte ich teils *O. Lamarckiana* selbst und teils *O. lata*, da diese bekanntlich höhere Koeffizienten aufzuweisen pflegt als die erstere. Die Befruchtung wurde auf die endständigen Rispen des Hauptstammes beschränkt, umfaßte aber jedesmal alle Blüten, welche sich im Laufe des ganzen Sommers auf der betreffenden Rispe öffneten. Sie geschah in einem Falle auf einigen Individuen mit dem eigenen Staub, auf anderen mit *O. nanella.* Ebenso wurden einige *Lata*-Pflanzen mit *O. Lamarckiana* und andere mit *O. nanella* befruchtet. Die zweite Gruppe (*O. Lamarckiana* × *O. nanella*) umfaßte dieselben Pflanzen, an denen ich den Einfluß der Lebenslage auf die Erfolge dieser Kreuzung studiert habe (a. a. O.). Ich untersuchte die Frage, ob der Mutations-Koeffizient sich auf einer Rispe im Laufe des Sommers ändert, und ob er auf verschiedenen Individuen gleicher Abstammung Verschiedenheiten zeigt. Für den ersteren Zweck wurden die Früchte in kleinen Gruppen geerntet, nachdem die Grenzen dieser Gruppen auf der Rispe während der Blütezeit markiert worden waren. Jede Gruppe enthielt die Früchte der an drei aufeinander folgenden Abenden geöffneten Blumen. Die einzelnen Samenproben wurden getrennt ausgesät und die Prozentsätze für ihre Mutanten einzeln berechnet, dann aber die Ergebnisse in zwölftägigen Perioden zusammengefaßt, als es sich ergab, daß feinere Differenzen sich nicht ermitteln ließen.

---

1) Über amphikline Bastarde, a. a. O. S. 463.

Die Aussaat der Samen geschah in Holzkästen im Gewächshaus bei einer Temperatur von etwa 30° C. Die Samen wurden ausreichend weit gestreut, die Keimlinge nicht verpflanzt, aber gezählt und ausgerodet im Laufe mehrerer Wochen, sobald sie ihre Merkmale deutlich zeigten. Die übrig bleibenden erhielten dadurch jedesmal etwas mehr Raum zur Entfaltung ihrer Kennzeichen und auch die träge keimenden Exemplare konnten mitgezählt werden. Um aber eine ausreichende Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu erreichen, ist es bei solchen Versuchen durchaus notwendig die Samen alle oder doch nahezu alle zur Keimung zu bringen. Dieses kann aber nur unter Anwendung der von mir beschriebenen Methode erzielt werden.[1]) Es werden die Samen nach vorheriger Durchweichung ihrer äußeren schlaffen Haut in Wasser einem Drucke von z. B. 8 Atmosphären während am besten 2 Tage ausgesetzt. Dadurch wird das Wasser in die feinen Risse der Hartschicht hineingepreßt und das rasche Aufschwellen der Keime fast in allen Samen ermöglicht. Durch die Anwendung dieses Verfahrens und durch die Verwendung einer sehr großen Anzahl von Keimlingen erhalten die Unterschiede in den gefundenen Prozentzahlen, obgleich sie verhältnismäßig klein sind, dennoch die erforderliche Zuverlässigkeit.

Für die Ermittelung der Mutationskoeffizienten habe ich mich auf das Zählen der häufigeren und leicht kenntlichen Mutationen beschränkt. Es waren diese: *O. albida*, *O. oblonga*, *O. nanella* und *O. lata*, die beiden letzteren offenbar nur da, wo sie nicht bereits unter den Eltern vertreten waren.

In dieser Weise erhielt ich die folgenden Prozentzahlen:

Befruchtung in 1914	Juli		August			Gezählte Mutanten
	1—11	12—23	24—4	5—16	17—28	
O. Lamarckiana S.	2.2	1.7	2.1	1.9	—	A. O. L. N.
O. Lam. × *nanella*	2.0	3.1	2.2	1.3	—	A. O. L.
O. lata × *nanella*	—	3.5	3.3	2.2	1.0	A. O.
O. lata × *Lamarck.*	—	5.0	7.3	5 3	4.	A. O. N.

Die gezählten Mutanten, aus deren Summen diese Prozentzahlen berechnet sind, waren, wie bereits erwähnt: A. = *O. albida*, O. = *O. oblonga*, L. = *O. lata* und N. = *O. nanella*. Sie sind unter den Keimlingen, wenn die Blätter der *Lamarckiana*-Pflänzchen etwa 10 cm Länge erreichen, leicht und sicher kenntlich. Die befruchteten Individuen von *O. Lamarckiana* und *O. lata* waren sehr kräftige zweijährige Pflanzen. Die Zahl der befruchteten Pflanzen war im ersten Versuch 10, und für die drei Kreuzungen 3, 2 und 3. Der Blütenstaub wurde in den beiden mittleren Fällen von einer reinen Kultur von *O. nanella* genommen, welche aus Samen einer einzigen Mutterpflanze erzogen worden war. Im letzten Versuch gaben die Hauptrispen von drei kräftigen zweijährigen Exemplaren von *O. Lamarckiana* den Pollen, jedes für eine andere der drei *Lata*-Pflanzen. Bei der Reife wurden die Früchte mit Kupferdraht geschlossen, um keine Samen zu verlieren, bis die ganzen Rispen geerntet werden konnten. Die Keimkraft war, nach dem Einpumpen des Wassers, eine sehr vollständige und hatte in den einzelnen Proben ausreichend denselben Wert. Es wurden im ganzen 25000 Exemplare für den ersten Versuch und 8800—1500 und 3800 für die drei Kreuzungen ausgezählt. Pro Rispe also im Mittel 2500—2000—750 und 1260 Keimlinge. Über die einzelnen Proben ergaben sich die keimenden Samen sowie die einzelnen Mutanten als sehr gleichmäßig verteilt.

---

[1]) Über künstliche Beschleunigung der Wasseraufnahme in Samen durch Druck, Biol. Centralbl. XXXV, Nr. 4, S. 175, 1915.

Wie man sieht, entsprechen die Ergebnisse unseren oben erörterten Erwartungen in genügender Weise. Bisweilen nehmen die Mutationskoeffizienten im Laufe des Sommers deutlich ab, bisweilen aber nicht (*O. Lamarckiana*). Am klarsten ist die Abnahme im letzten Versuch, wo die Prozentzahlen selber die größten sind. Das Ergebnis ist dem Verhalten der Erbzahlen bei den künstlichen Kreuzungen durchaus parallel und zweifelsohne durch dieselbe Ursache bedingt.[1])

Für die zehn selbstbefruchteten Rispen von *O. Lamarckiana* habe ich die mittleren Mutationskoeffizienten für die einzelnen Mutanten berechnet. Ich fand für *O. albida* 0.5 pCt., für *O. oblonga* 0.8 pCt., für *O. lata* 0.2 pCt. und für *O. nanella* 0.5 pCt. Vergleicht man diese Werte mit den früher gefundenen[2]) (0.2—0.7—0.4—0.5 pCt.) so findet man eine ausreichende Uebereinstimmung.

Berechnet man ferner die mittleren Mutationskoeffizienten für den ganzen Sommer für die einzelnen untersuchten Rispen, so treten individuelle Unterschiede deutlich hervor.

Ich führe nur die höchsten und niedrigsten Zahlen an:

Sommer 1914	Mutationskoeffizient pro Pflanze	
	Niedrigster	Höchster
O. Lamarckiana S.	1.5 pCt.	2.3 pCt.
O. Lam. × *nanella*	1.4 „	2.8 „
O. lata × *nanella*	1.9 „	3.6 „
O. lata × *Lamarck.*	4.8 „	6.7 „

---

[1]) Über amphikline Bastarde a. a. O. S. 465.

[2]) Gruppenweise Artbildung S. 313.

Ähnliche Unterschiede habe ich auch früher in meinen Kulturen vielfach beobachtet.

Vergleichen wir zum Schlusse die mitgeteilten Zahlen mit den gleichzeitig und unter genau denselben Umständen, z. T. auf denselben Rispen ermittelten Verhältniszahlen der beiden amphiklinen Gruppen aus der Kreuzung *O. Lamarckiana* und *O. nanella.* Diese letzteren sind durch die zweijährige Kultur, durch frühes Auspflanzen und starkes Begießen, sowie durch die Wahl eines besonders günstigen Jahres (1914) von 0—50 pCt. Zwergen bis zu 90 pCt. und darüber, im Mittel auf etwa 65 pCt. Zwerge hinaufgeführt worden. Die Mutationskoeffizienten sind aber jetzt noch nahezu dieselben wie in den älteren Versuchen. Nur im Versuche mit *O. lata* und *O. Lamarckiana* sind die Zahlen deutlich höher (4.8—6.7 pCt. gegen 4.1 pCt. in 1901—1909.[1]) Diese kleinen Unterschiede geben nur eine geringe Aussicht, die Beziehung der Mutationskoeffizienten zu den äußeren Lebensbedingungen nach dieser Methode in weiteren Einzelheiten verfolgen zu können.

2. Friedl Weber: Über das Treiben der Buche.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 16. Januar 1916.)

KLEBS hat 1914 in einer grundlegenden Arbeit „über das Treiben der einheimischen Bäume speziell der Buche“ berichtet. Während durch die früher bekannt gewordenen Treibverfahren die Winterruhe der Buche, *Fagus silvatica,* nicht wesentlich abgekürzt werden konnte, gelangte KLEBS (1914, p. 38) zu folgendem Resultat: „Zu jeder Zeit im Herbst und Winter lassen sich die Ruheknospen der Buche durch kontinuierliche Beleuchtung zum Austreiben zwingen.“ Aus den Versuchen im elektrischen Lichtraum geht ferner als weiteres höchst interessantes Ergebnis „unzweifelhaft hervor, daß die Lichtmenge (Intensität und Dauer) von entscheidender Bedeutung für das Austreiben der Buchenknospen ist“. (KLEBS, 1914, p. 58). Obwohl KLEBS in bezug auf letzteres wichtige Resultat auf das „Lichtmengegesetz“ („Reiz“mengegesetz) von FRÖSCHEL und BLAAUW hinweist, so polemisiert er doch an anderer Stelle (1915, p. 790) gegen JOST, der das Wesen der Nährsalzwirkung und wohl auch des Lichteinflusses als Reizwirkung aufgefaßt wissen will, die in keinem prinzipiellen Gegensatz steht zu der Wirkungsweise anderer Treibverfahren (z. B. Äther).

---

[1] Gruppenweise Artbildung S. 314.

Auch MOLISCH (1909, p. 18) spricht „von einer das Treiben begünstigenden Reiz[1])wirkung" des Lichtes.

Wenn KLEBS, wie erwähnt, anderer Meinung ist als JOST, so handelt es sich hierbei nicht um eine verschiedene Fassung des „Reiz"-Begriffes, sondern um eine Wesens verschiedene Auffassung der Ruheperiode. Unter diesem Gesichtspunkte gewinnt die vorliegende Streitfrage größeres Interesse.

JOST (1913, p. 467, f.) u. a. halten die Ruheperiode für eine autonome Erscheinung oder doch wenigstens den aitionomen Charakter derselben nicht für bewiesen.

KLEBS und mit ihm LAKON (1915) ist der Ansicht, die Winterruhe stelle einen „Zwangszustand" vor; der „limiting factor", welcher die Grenze für die Wachstumsgeschwindigkeit setzt, ist nach ihm aber nicht — wie man vor SCHIMPER meinte — in den klimatischen Faktoren: Temperatur und Feuchtigkeit zu suchen, sondern im Nährsalzgehalt und speziell bei der Buche in der Lichtmenge. KLEBS macht einen tiefgreifenden Unterschied zwischen der Wirkungsweise von Treibverfahren, die man als „natürliche" bezeichnen könnte und anderen, den „künstlichen". Die natürlichen Treibverfahren beruhen darauf, daß sie einen in der Natur vorhandenen, aber gerade im Minimum befindlichen Faktor quantitativ, und zwar positiv verändern; dadurch werden die Pflanzen nach KLEBS aus ihrer Zwangsruhe befreit. Hierher gehören insbesondere das Nährsalzverfahren von LAKON und die Lichtmethode von KLEBS. Die künstlichen Treibverfahren dagegen wirken dadurch, daß sie qualitativ neue Verhältnisse schaffen: Reizung z. B. durch Äther oder Verletzung. Diese können nur „indirekten Einfluß" auf das Wachstum nehmen, während es sich bei jenen z. B. bei der Wirkung der Nährsalze handelt, „um die quantitative Steigerung eines schon vorher vorhandenen und absolut notwendigen Wachstumsfaktor". KLEBS 1915, p. 790.

Abgesehen davon, daß eine allgemeine Definition des Reizbegriffes natürlich auch eine „quantitative Steigerung" einer Lebensbedingung in den Reizbegriff mit einbezieht und daher die Bezeichnung „Reiz" in unserem Falle kaum „irreführend" sein kann,

---

1) Von mir gesperrt.

scheint es mir doch noch nicht bewiesen, daß man nicht berechtigt ist, die natürlichen und künstlichen[1]) Treibverfahren, d. h. deren Wirkungsweise „direkt in eine Reihe“ zu stellen. Speziell für das eine natürliche Treibverfahren, die Lichtmethode von KLEBS, soll diese Frage auf Grund neuen Tatsachenmateriales in folgendem besprochen werden.

KLEBS äußert sich über den Einfluß des Lichtes[2]) auf die Buchenruhe in folgender Weise (1914, p. 52): „Das Tageslicht im Winter von Oktober bis Februar ist ungenügend für das Austreiben der Buchenknospen, und daraus erklären sich die negativen Resultate der von anderen Forschern früher angestellten Versuche.“ Mein Gedankengang war nun folgender: Wenn es gelänge, die Buche im Winter mit Hilfe eines anderen (künstlichen) Treibverfahrens also bei „ungenügendem“ Licht zum Treiben zu bewegen, so wäre damit der Beweis gebracht:

1. daß das Licht nicht der „limiting factor“ ist, und
2. daß zwischen der Wirkung des Lichtes und der eines (anderen) Reizes kein das „Wesen der Sache“ betreffender Unterschied besteht.

Es ist mir nun tatsächlich gelungen mit Hilfe eines neuen künstlichen Treibverfahrens[3]) *Fagus silvatica* im Winter zur Blattentfaltung zu bringen.

Fagus-Topfpflanzen wurden ab 6. 12. 1915 für 3 (resp. 4) Tage in eine Acetylen-Atmosphäre gebracht; hierauf kamen sie in das Experimentier-Warmhaus des Institutes. Ende Dezember 1915 begannen sich die ersten Knospen zu entfalten. Anfangs Jänner (8. 1. 1916) war das erste Bäumchen beblättert, in rascher Folge (um etwa 2 bis 6 Tage später) belauben sich die weiteren „acetylenisierten“ Bäumchen. Die Kontrollpflanzen — vom 6. bis 9. resp. 10. 12. in reiner Luft sonst aber unter völlig gleichen Bedingungen kultiviert, zeigen bis heute (12. 1. 1916) natürlich keine Anzeichen beginnenden Treibens. Umstehendes Bild zeigt das Aussehen zweier Buchen am 12. 1. 1916.

Die zu diesen Versuchen verwendeten Buchen wurden seit 8 Jahren im Botanischen Garten im Freien gezogen, und zwar wie es den natürlichen Standortsverhältnissen derartiger Bäumchen entspricht im lichten Schatten älterer Bäume; ein Teil wurde in großen Töpfen, die in die Erde eingesenkt waren, gezogen, ein anderer ohne Topf im Freiland selbst. Zu den Versuchen wurden sie direkt aus dem Freien genommen, woselbst sie bis zum 6. 12. nur eine kurze Frostperiode Ende November durchgemacht hatten. Die Entwickelung dieser jungen Buchen war insbesondere in der vorhergehenden Vegetationsperiode (1915) vollkommen normal vor sich gegangen. Das „Treiben“ (ab 10. 12.) im Warmhaus erfolgte im Licht. Die Lichtverhältnisse daselbst sind im allgemeinen recht günstig, jedoch im Dezember zurzeit des Lichtminimums, das in Graz durch Nebel häufig noch wesentlich verschärft wird, naturgemäß nur „relativ“ günstig. Direktes Sonnenlicht traf das Glashaus in dieser Zeit nur an einigen Tagen (ungefähr von 10 bis 12 Uhr). Ich erwähne dies alles nur um keinen Zweifel darüber zu lassen, daß von einer Entfaltung der Knospen nach „vorher“gehender „genügender“ Beleuchtung (KLEBS, 1914 p. 52) wohl auf keinen Fall die Rede sein kann.

---

[1]) Im obigen Sinne.

[2]) Einen solchen hat bekanntlich JOST (1894) zuerst festgestellt.

[3]) Ich habe dasselbe „Acetylenmethode“ genannt; ein ausführlicher Bericht darüber soll 1916 an anderer Stelle erscheinen; betreffs aller Einzelheiten der Methode verweise ich auf diesen.

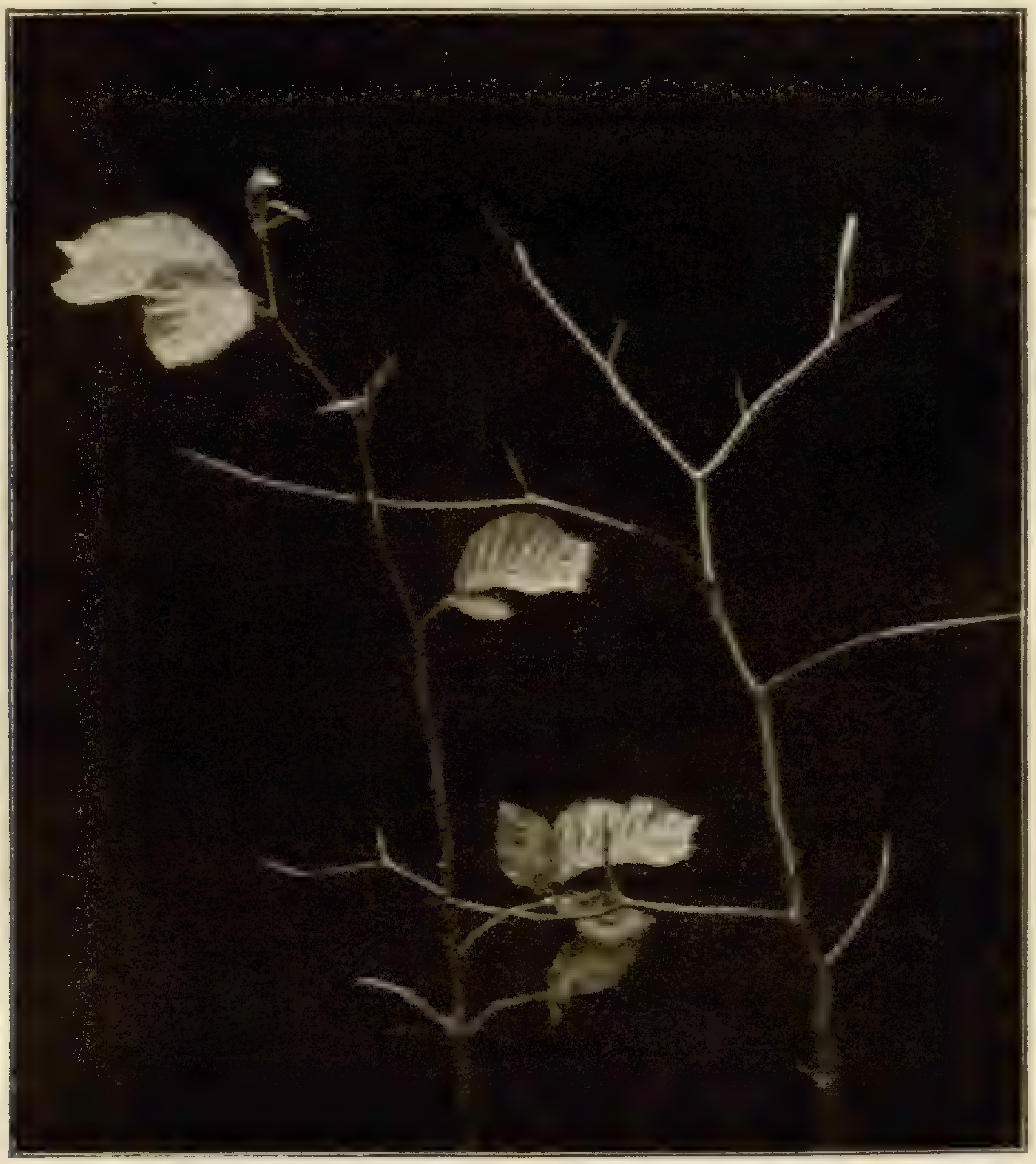


Abb. 1. Buche links ab 6. 12. 1915 4×24 Stunden in der Acetylen-Atmosphäre Buche rechts währenddessen in reiner Luft: photographiert am 12. 1. 1916.

Aus der angeführten Tatsache geht hervor:

Mit Hilfe eines künstlichen Treibverfahrens „Acetylenmethode“ lassen sich die Ruheknospen von *Fagus*-Bäumchen zurzeit ihrer tiefsten Ruhe im Winter zur völligen Entfaltung bringen, und zwar in natürlichem um diese Zeit naturgemäß überaus schwachem Lichte.

Daraus glaube ich nun weiter folgende Schlüsse ziehen zu dürfen:

1. „Für die Buche (wahrscheinlich für alle Holzpflanzen) existiert nicht die Mittelruhe," (KLEBS, 1914, p. 39[1]). Mittelruhe im Sinne JOHANNSENS als fehlende Treibfähigkeit aufgefaßt, also als eine Zeit (Entwicklungszustand) zu der — wie man glaubte — auf keine Weise frühgetrieben werden kann. In diesem Punkte befinde ich mich also in wörtlicher Übereinstimmung mit KLEBS. (Nach KLEBS, 1914, p. 75 ist die Ruhe der Buchenknospen „im November und Dezember am stärksten ausgesprochen". Dies dürfte wohl dem Begriff „Mittelruhe" entsprechen.)
2. Die Ruhe der Buchenknospen im Winter ist nicht erzwungen durch die geringe „ungenügende" Lichtmenge.
3. Das Licht ist demnach entweder kein absolut notwendiger Wachstumsfaktor für das Austreiben der *Fagus*-Knospen im Winter[2]) oder es befindet sich wenigstens der Menge nach nicht im Minimum (ist vielmehr „genügend").
4. Die frühtreibende Wirkung der Lichtmethode von KLEBS kann daher nicht darauf beruhen, daß dabei das Licht als ein absolut notwendiger Wachstumsfaktor durch quantitative Steigerung über das Minimum emporgehoben wird; die erhöhte Lichtmenge wirkt vielmehr als „bloßer Reiz" im wesentlichen ebenso wie die Reize der anderen (künstlichen) Treibverfahren[3]).

Mit obiger Auffassung befinden wir uns in Übereinstimmung mit der Ansicht, daß ein gewisses Lichtminimum überhaupt keine allgemeine Wachstumsbedingung ist, wie etwa ein gewisses Temperaturminimum. Auch bei der Rolle des Lichtes für die Keimung bestimmter Samen (auch hier handelt es sich ja um ein Heraustreten aus der Ruhe) liegt eine spezifische Reizwirkung vor und das Licht kann durch andere Reize ersetzt werden (JOST, 1913, p. 405). Eine solche Vertretung des Lichtreizes, wie sie nach obigem auch beim „Treiben“ der Buche möglich ist, könnte nicht erfolgen, wenn das Licht ein absolut notwendiger Faktor wäre. Ob eine partielle Vertretbarkeit in unserem Falle möglich ist, bleibt zu untersuchen; wenn ja, so müßte durch Kombination der Lichtmethode etwa mit der Acetylenmethode ein besserer Treiberfolg zu erzielen sein.

---

[1]) Ich bin aber keineswegs der Ansicht, das Fehlen der Mittelruhe sei ein Beweis gegen die Autonomie des Rhythmus.

[2]) Und dies halte ich für das zutreffende.

[3]) Mit der Erklärung einer Wirkung als Reizmittel ist allerdings wie KLEBS mit Recht betont, „sicher keine Aufklärung" über die Art und Weise der Wirksamkeit gegeben.

LAKON (1912) hat mit seiner Nährsalzmethode bei Buchenknospen, und zwar beim Experimentieren mit Zweigen im Winter nur ein „Heben der Schuppen“ erzielt, keineswegs eine völlige Knospenentfaltung. KLEBS (1914, p. 48) ist der Ansicht, bei den Versuchen LAKONS hätten sich die Buchenknospen nicht weiter entfaltet „weil das Licht jedenfalls nicht ausreichte“[1]).

Da wir oben zeigen konnten, daß das Licht für die Buchenruhe nicht der „limiting factor“ ist, so liegt uns eine andere Erklärung der Tatsachen, die LAKON mitteilt, näher: nämlich daß an dem teilweisen Versagen der Nährsalzmethode der Umstand Schuld trägt, daß die Versuche mit Zweigen und nicht mit Topfpflanzen ausgeführt wurden. „Stecklinge“ lassen sich im allgemeinen weniger intensiv treiben als Topfpflanzen (KLEBS 1914, p. 107). Ich habe mit meiner Acetylenmethode gleichzeitig (im Dezember) mit den Buchen-Topfpflanzen auch mit Buchen-Zweigen (die mit den Schnittflächen in Leitungswasser tauchten: „Stecklingsmethode“) Treibversuche angestellt. Die Knospen der Zweige, denen die gleiche Lichtmenge zufloß (und die zumeist gleich lang waren als die Bäumchen) kamen bis heute über das „Heben der Knospenschuppen“ nicht hinaus. Der Reiz des Acetylens überwindet zwar die Ruhe bei sonst günstigen Wachstumsverhältnissen (Topfpflanzen), nicht ganz aber bei den ungünstigen Bedingungen der Stecklingskultur. Vergl. PORTHEIM, 1914, p. 420.

Das hier mitgeteilte Tatsachenmaterial spricht naturgemäß keineswegs gegen das so überaus interessante und reichhaltige Tatsachenmaterial von KLEBS, welches zeigt, daß durch Einwirkung hoher Lichtmengen bei *Fagus* Frühtreiben erzielt werden kann; dagegen scheint es mir zu sprechen gegen die Deutung, daß die geringe Lichtmenge des Winters die Ruhe erzwingt. Das Lichtverfahren von KLEBS scheint mir zu wirken nicht durch quantitative Steigerung eines absolut notwendigen Faktors, der sich im Minimum befindet, die dabei in Anwendung gebrachten hohen Lichtmengen dürften vielmehr „bloß als Reiz“ wirken. Vielleicht erklärt sich dadurch auch, daß dabei das „Reizmengengesetz“ seine Gültigkeit hat.

Wenn meine Beweisführung richtig ist, entkräftet sie die Anschauung, daß das Ruhen der Buche im Winter einen durch das ungenügende Tageslicht bedingten Zwangszustand darstelle; damit erscheint auch ein gegen die Autonomie-Auffassung der Ruheperiode gerichtetes Argument hinfällig[1]), wodurch diese Betrachtungen allgemeineres Interesse gewinnen.

---

[1]) Von mir gesperrt.

Graz, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, am 12. 1. 1916.

Literatur.

1. JOST, L., 1894, Über den Einfluß des Lichtes auf das Knospentreiben der Buche. Ber. d. d. bot. Ges. p. 188.
2. Derselbe, 1913, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, III. Aufl.
3. KLEBS, G., 1914, Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. Heidelberg, Akad. Abh.
4. Derselbe, 1915, Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 56, PFEFFER-Festschrift p. 734.
5. LAKON, G., 1912, Die Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse durch die Nährsalze. Zeitschr. f. Bot. Bd. IV.
6. Derselbe, 1915, Über den rhythmischen Wechsel von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biolog. Ctrbl. Bd. 35.
7. MOLISCH, H., 1909, Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). II. Teil. Sitzb. Ak. Wien, Bd. CXVIII, Abt. I.
8. PORTHEIM, L. v., u. KÜHN, O., 1914, Studien über die Ruheperiode der Holzgewächse. Österr. bot. Zeitschr., Jahrg. 64.

---

1) Ohne daß allerdings die Autonomie dadurch bewiesen wäre.

3. Erich Leick: Eigenwärmemessungen an den Blüten der „Königin der Nacht“.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 20. Januar 1916)

Die Untersuchungen, über die ich hier kurz berichten will, wurden in den Jahren 1902 und 1904 im botanischen Institut zu Greifswald ausgeführt. Im ganzen wurden an 23 Blüten Messungen vorgenommen, nämlich an 9 von *Cereus grandiflorus* Mill. und an 14 von *Cereus pteranthus* Otto et Dietr.[1]) Da die Tabellen und Kurventafeln demnächst in einer umfangreicheren Arbeit zum Abdruck gelangen, begnüge ich mich hier mit einer Aufzählung der wichtigsten Ergebnisse.

Angaben über Wärmeentwicklung bei den genannten Pflanzen habe ich — abgesehen von einem ganz kurzen Hinweis bei CARL HEINRICH SCHULTZ[2]) — in der botanischen Literatur nicht gefunden. Die Messungen wurden teils im Treibhause bei schwankender Außentemperatur, teils in einem besonders hergerichteten Beobachtungszimmer von annähernd konstanter Temperatur[3]) vorgenommen. 21 der beobachteten Blüten blieben mit der Pflanze im Zusammenhange, 2 wurden abgetrennt und in einer feuchten Kammer der Beobachtung unterworfen. Diese Kammer bestand aus einem viereckigen Glaskasten in den Ausmaßen 45 × 44 × 47 (Rauminhalt ca. 93 l) und hatte ihren Platz in dem konstant temperierten Untersuchungsraum. Der Verschluß der Kammer wurde durch einen

---

1) *Cereus pteranthus* Otto et Dietr. ist syn. mit *Cereus nycticalus* Lk. und wird auch wohl als „Prinzessin der Nacht“ bezeichnet. Der Bastard zwischen *C. grandiflorus* und *C. pteranthus* ist *C. grandiflorus var. callicanthus.*

Näheres über die genannten Cactaceen findet man u. a. bei folgenden Autoren: K. SCHUMANN: Cactaceen in A. ENGLER und K. PRANTL. Die natürl. Pflanzenfam. III, 6 a, p. 156—205; besonders p. 179! — Cactaceae in Flora brasiliensis. Bd. 108. — BENTHAM et HOOKER: Genera plantarum. Bd. 1, p. 845. — FÖRSTER: Handb. der Cacteenkunde. Leipzig 1846 (Die 2. Aufl. wurde von RÜMPLER besorgt!) — LABOURET: Monograph. des Cactées, Paris 1853.

2) CARL HEINRICH SCHULTZ: Die Natur der lebenden Pflanze. Bd. 2. Stuttgart u. Tübingen 1828, p. 192.

3) Die Einrichtung dieses Zimmers habe ich in meiner Arbeit: „Untersuchungen über die Blütenwärme der Araceen“ (Greifswald 1910, p. 75) näher beschrieben.

Deckel aus starker Pappe herbeigeführt, der auf einem Holzrahmen ruhte. Der Boden war mit einer Wasserschicht bedeckt, während 3 der Wände mit feuchten Tüchern behangen waren. Die Blüte befand sich mit dem Stiele in einem Standzylinder mit Wasser. Als Meßinstrumente dienten genau kalibrierte Glasthermometer mit länglichen Quecksilbergefäßen. Sie wurden entweder an Stativen befestigt oder durch eine Oeffnung des Deckels in die feuchte Kammer eingeführt. Das Quecksilbergefäß hatte seinen Platz entweder zwischen den Antheren[1]) oder am Blütenboden. Die Vergleichsthermometer befanden sich in unmittelbarer Nähe der Untersuchungsobjekte, von diesen nur durch einen Pappschirm getrennt. Die Ablesung fand während der Blütezeit in der Regel halbstündlich statt. Bevor wir auf die hauptsächlichsten Ergebnisse der Messungen näher eingehen, sei hier der Verlauf des Blühens kurz geschildert:

Die Blütenentwicklung bei beiden beobachteten *Cereus*-Arten ist in allen wesentlichen Punkten die gleiche. Die Blütezeit umfaßt nur eine Nacht. Die Knospe öffnet sich bald am Spätnachmittage, bald am Abend, bald in den ersten Nachtstunden. Äußere Verhältnisse üben dabei einen starken Einfluß aus. Niedrige Temperatur, starker Feuchtigkeitsgehalt der Luft und ungünstige Belichtung während des Tages verzögern die Erschließung der Blüte; Wärme, trockene Luft und Besonnung beschleunigen sie.[2]) Auch die weitere Entwicklung der Blüte scheint erheblich von den äußeren Faktoren — besonders von der Dampfspannung in der Atmosphäre — abzuhängen. Das kommt besonders in der langsamen und unvollkommenen Öffnung der Blüten bei hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft zum Ausdruck.[3]) Der Öffnungsvorgang scheint außer von Wachstumsbewegungen auch von Turgorschwankungen sehr stark abhängig zu sein. Bei günstigen Witterungsverhältnissen erreichen die Blüten ungefähr um Mitternacht ihr Öffnungsmaximum. Zwischen 2 und

---

[1]) Hier ist es besonders schwer, einen allseitigen Kontakt herbeizuführen, zumal da die Antheren durch die Öffnungs- und Schließbewegung der Blüte fortwährend ihre Lage ändern.

[2]) Die letztgenannten Faktoren sind in dem heimatlichen Klima unserer Pflanzen (Mittel-Amerika) verwirklicht. Ich beobachtete, daß die Knospen an klaren, sonnigen Tagen meist zwischen 4 und 5 Uhr nachmittags aufbrachen, an trüben und regnerischen dagegen erst zwischen 8 und 9 Uhr abends.

[3]) Bei feuchtkaltem Wetter waren Blüten, die sich gegen 10 Uhr abends erschlossen hatten, nach 3stündiger Blütezeit erst zu einem Viertel geöffnet. Dieselben Blüten waren um 11 Uhr am nächsten Vormittage noch nicht wieder völlig geschlossen, obgleich bei normaler Witterung die Blüten zu dieser Zeit schon welk herabzuhängen pflegen. Ähnliche Anomalien zeigten auch die in der feuchten Kammer untersuchten Blüten.

3 Uhr morgens beginnt in der Regel der Blütenschluß, der etwa um 5 Uhr morgens vollendet ist. Am Mittag des folgenden Tages pflegen die Blüten schlaff und welk herabzuhängen. Jetzt zu den Ergebnissen der Eigenwärmemessungen!

1. Einfluß der Außentemperatur auf die Versuchsergebnisse.

Aus dem Vergleich der im Treibhause und der im konstant warmen Versuchszimmer gewonnenen Werte geht aufs deutlichste hervor, daß Eigenwärmemessungen nur bei einigermaßen gleichbleibender Luftwärme[1]) zu brauchbaren Ergebnissen führen können. Das muß besonders unterstrichen werden, da in der Literatur zahlreiche Angaben über pflanzliche Eigenwärme weit verbreitet sind, die infolge der Vernachlässigung der äußeren Temperaturschwankungen als völlig wertlos bezeichnet werden müssen.[2]) Lediglich durch verzögerten Temperaturausgleich können sehr ansehnliche Temperaturdifferenzen entstehen, die mit dem physiologischen Verhalten der Blüte nichts zu schaffen haben. Um nur ein Beispiel anzuführen; An 7 sonnigen Tagen erhielt ich im Treibhause bei schwankender Lufttemperatur folgende Maxima der Eigenwärme: + 2,9 °; + 3,8 °; + 3,2 °; + 3,8 °; + 3,9 °; + 2,5 °; + 3,0 °; Mittelwert: + 3,3 °. Dem gegenüber fand ich bei konstanter Außentemperatur zwischen den Antheren ein mittleres Maximum von + 0,88 ° und am Blütenboden ein solches von + 0,45 °.[3]) Vergleichen wir die bei konstanter und die bei inkonstanter Außentemperatur gewonnene Eigenwärmekurve, so tritt uns sofort ein ganz erheblicher Unterschied entgegen. Während die erstere ein mehr oder weniger gleichförmiges Ansteigen und Absinken zeigt, ist die letztere durchaus sprunghaft.[1])

---

[1]) Je schneller die Temperaturveränderungen der Luft erfolgen, um so unheilvoller ist ihr Einfluß auf die gewonnenen Resultate.

[2]) Vgl. hierüber ERICH LEICK: Untersuchungen über die Blütenwärme der Araceen. Greifswald 1910. — ERICH LEICK: Über das thermische Verhalten der Vegetationsorgane. Separat aus d. Mitt. des naturw. Vereins für Neuvorpommern und Rügen. Bd. 43. 1911. — ERICH LEICK: Über d. Temperaturzustand verholzter Achsenorgane Sep a. d. Mitt. d. nat. Vereins f. Neuvorpommern u. Rügen. Bd. 44. 1912. — ERICH LEICK: Beiträge zum Wärmephänomen d. Araceenblütenstände. 1. Teil Sep. a. d. Mitt. d. nat. Vereins f. Neuvorpommern und Rügen. Bd. 45. 1913. — ERICH LEICK: Über Wärmeproduktion u. Temperaturzustand lebender Pflanzen. (Im Druck!) — ERICH LEICK: Studien über Wärmeentwicklung bei Blütenständen und Einzelblüten (mit Ausschluß der Araceenblütenstände). (Im Druck!) — ERICH LEICK: Über das thermische Verhalten ruhender Pflanzenteile. (Im Druck!) — ERICH LEICK: Über Wärmeproduktion bei keimenden Samen. (Im Druck!)

[3]) Bei trübem Wetter fielen auch im Treibhause die Eigenwärmemaxima durchschnittlich geringer aus, was wohl hauptsächlich auf die viel langsameren Schwankungen der Lufttemperatur zurückzuführen ist. Immerhin kamen auch jetzt noch Höchstwerte bis zu + 2,5 ° vor.

2. Größe des Temperaturüberschusses.

Der bei konstanten Außenverhältnissen ermittelte Maximalwert war + 1,2°. Es muß aber hinzugefügt werden, daß er die übrigen Maximalwerte erheblich übertraf und obendrein in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Atmosphäre festgestellt wurde. An dem Vorhandensein einer meßbaren Eigenwärme in der Blüte der „Königin der Nacht“ ist nach meinen Erfahrungen nicht zu zweifeln. Die feststellbare Eigenwärme fällt aber unter normalen Verhältnissen, d. h. bei einer nicht mit Wasserdampf gesättigten Umgebung, nur sehr gering aus. Namentlich der durch Transpiration bedingte Wärmeverbrauch wirkt nivellierend auf die Eigenwärme ein.

Dem aus 5 Beobachtungen bei nicht konstanter Außentemperatur berechneten mittleren Maximum während der Blütezeit (d. h. bis 6 Uhr morgens) von + 0,34° stehen bei konstanter Außentemperatur folgende Werte gegenüber:

I. Atmosphäre nicht mit Wasserdampf gesättigt:
  a) zwischen den Antheren: + 0,6°.
  b) am Blütenboden: + 0,2°.
II. Atmosphäre mit Wasserdampf gesättigt:
  a) zwischen den Antheren: + 0,95°.
  b) am Blütenboden: + 0,45°.

Dem aus 5 Beobachtungen bei nicht konstanter Außentemperatur berechneten mittleren Minimum während der Blütezeit (d. h. bis 6 Uhr morgens) von — 0,17° stehen bei konstanter Außentemperatur folgende Werte gegenüber:

I. Atmosphäre nicht mit Wasserdampf gesättigt:
  a) zwischen den Antheren: — 0,9°.
  b) am Blütenboden: — 0,15°.
II. Atmosphäre mit Wasserdampf gesättigt:
  a) zwischen den Antheren: + 0,36°.
  b) am Blütenboden; + 0,1°.

Die verhältnismäßig hohen Minustemperaturen verdanken — wie der Vergleich der vorstehenden Werte zeigt — ihre Entstehung der zur Zeit der vollen Blütenöffnung sehr ansehnlichen Transpiration. Der hohe Wassergehalt der Gewebe macht diesen Tatbestand leicht verständlich.

---

[1]) Dasselbe geht aus den an Araceenblütenständen ermittelten Eigenwärmekurven hervor. — Vgl. meine Arbeit: Untersuchungen über die Blütenwärme der Araceen. Greifswald 1910.

Der Gesamtmittelwert der Eigenwärme während der Blütezeit ist bei konstanter Temperatur etwas höher als bei nicht konstanter. Wesentlich höher fallen die Gesamtmittelwerte bei Beobachtungen in der feuchten Kammer aus. Sie betrugen nämlich:

a) zwischen den Antheren: + 0,635 °.
b) am Blütenboden; + 0,294 °.

3. Einfluß der Blütenform auf die erhaltenen Zahlenwerte.

Bei direkten Wärmemessungen muß der Formzustand der Blüte von einschneidender Bedeutung für die Höhe der erzielten Temperaturüberschüsse sein. Im Inneren der geschlossenen oder nur wenig geöffneten Blüte sinkt infolge mangelnder Luftzirkulation die Transpiration auf ein Minimum herab, während die durch Strahlung abgegebene Wärme notwendig eine Stauung erfährt. Genau umgekehrt liegen die Verhältnisse bei weit ausgebreiteter Korolle. Dementsprechend sinkt die Eigenwärmekurve mit fortschreitender Blütenöffnung und beginnt von neuem zu steigen, sobald gegen Morgen die Blüte sich wieder schließt. Daß tatsächlich die Wasserverdunstung in erster Linie für die niedrige Temperierung der völlig erschlossenen Blüte verantwortlich zu machen ist, geht unter anderem daraus hervor, daß an 5 sonnigen Tagen (also bei verhältnismäßig trockener Luft) ein mittleres Minimum von — 0,19 ° festgestellt werden konnte, an 6 regnerischen Tagen (also bei verhältnismäßig feuchter Luft) dagegen ein mittleres Minimum von + 0,19 °.[1] Aber auch in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Atmosphäre muß das Minimum zur Zeit der größten Oberflächenentfaltung eintreten, da dann die strahlende Wärmeabgabe am meisten begünstigt ist.

4. Verlauf der Blüteneigenwärme.

Durch das im vorhergehenden Abschnitte Gesagte ist die schrittweise Veränderung der Blüteneigenwärme eigentlich schon hinreichend angedeutet. Mit Beginn der Blütenöffnung zeigt die Eigenwärmekurve ein langsames, ungefähr stetig verlaufendes Absinken. Die durchschnittliche Temperaturabnahme pro Stunde beträgt ungefähr 0,1 °. Das Minimum der Blüteneigenwärme stellt sich stets zur Zeit der vollen Blütenentfaltung, also in der Regel zwischen 12 und 1 Uhr nachts ein. Zum Beweise diene folgende kurze Zusammenstellung:

---

[1] Das ist um so bemerkenswerter, als an trüben Tagen die Luftwärme durchschnittlich geringer ist, als an sonnigen. Geringere Luftwärme wirkt aber in hemmendem Sinne auf die Intensität der oxydativen Atmung — und damit auf die Intensität der Wärmeproduktion — ein.

	Zeit.	Min. d. Eigenw.	Zustand d. Blüte.[1]
1.	12¼ — 1¼ n.	— 0,1°	+ 1
2.	12¼ — 1¼ „	— 0,2°	+ 1
3.	12¼ — 2¼ „	— 0,3°	+ 1
4.	12¼ — 2¼ „	— 0,15°	+ 1
5.	12¼ — 1¼ „	— 0,1°	+ 1
6.	12¼ — 1¼ „	— 0,3°	+ 1
7.	12½ „	+ 0,1°	< + 1
8.	11 „	+ 0,1°	< + 1

In den ersten Morgenstunden tritt mit der beginnenden Schließung der Blüte ein abermaliges Ansteigen der Eigenwärme ein. Der Höchstwert wird — wenigstens in einer konstant temperierten Umgebung — meist schon bald nach Blütenschluß erreicht. Das geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

Eigenwärmemaxima nach Blütenschluß.

Versuchsreihe.	Blütenboden.	Antheren
I.	+ 0,2° (6 h morg.)	+ 0,6° (6 h morg.)
II.	+ 0,3° (5½ „ „)	+ 0,7° (3½ „ „)
III.	+ 0,7° (9 h vormitt.)	+ 1,2° (12¼ „ mitt.)[2]

Im Verlaufe des der Blütennacht folgenden Tages klingt die Eigenwärme langsam aus.[3] Die Unmöglichkeit, bei schwankender Außentemperatur auch nur einigermaßen brauchbare Resultate zu erzielen, zeigte sich recht deutlich in dem Verhalten der geschlossenen Blüte. Im Treibhause — also bei nicht konstanter Lufttemperatur — wurde an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen eine deutliche Periode der Eigenwärme mit recht beträchtlichen Differenzen beobachtet. Diese scheinbare Periode wird aber, wie die Untersuchungen im konstant warmen Raume gelehrt haben, lediglich durch den verzögerten Temperaturausgleich vorgetäuscht.

5. Die Eigenwärme der männlichen Organe.

Von früheren Beobachtern war bei einer ganzen Reihe von Blüten festgestellt worden, daß in den männlichen Organen eine lebhaftere Wärmeentbindung stattfindet als in den weiblichen.1) Um festzustellen, ob auch die *Cereus*-Blüten ein entsprechendes Verhalten zeigen, wurden bei einer Reihe von Versuchen die Temperaturen nicht nur am Blütenboden, sondern auch zwischen den Antheren gemessen. Schon aus den weiter oben angeführten Zahlen ist ersichtlich, daß die Antheren in der Regel wärmer waren als die übrigen Blütenteile. Zur Übersicht führe ich hier einige in der feuchten Kammer gewonnene Werte an:

---

[1] Die völlig geöffnete Blüte bezeichne ich mit + 1, die halb geöffnete mit + ½, die vollständig geschlossene mit — 1.

[2] In diesem Falle war in der feuchten Kammer der Verschluß der Blüte erst unverhältnismäßig spät eingetreten.

[3] Die später eintretenden Schwankungen der Eigenwärmekurve waren entweder so unbedeutend, daß sie als unkontrollierbare Versuchsfehler betrachtet werden können, oder aber sie ließen sich auf direkte Unregelmäßigkeiten der äußeren Versuchsbedingungen zurückführen.

A. Mittelwerte aus der ganzen Temperaturreihe:

Blütenboden	Antheren	Differenz
+ 0,11°	+ 0,51°	+ 0,40°
+ 0,51°	+ 0,78°	+ 0,27°

B. Minima bei völlig geöffneter Blüte:

Blütenboden	Antheren	Differenz
+ 0,0°	+ 0,25°	+ 0,25°
+ 0,4°	+ 0,5°	+ 0,1°

C. Eigenwärmegrade bei halbgeschlossener Blüte:

Blütenboden	Antheren	Differenz
+ 0,0°	+ 0,4°	+ 0,4°
+ 0,6°	+ 1,05°	+ 0,45°

D. Maxima nach Schluß der Blüte:

Blütenboden	Antheren	Differenz
+ 0,3°	+ 0,7°	+ 0,4°
+ 0,7°	+ 1,2°	+ 0,5°

Danach zeigen sich also in allen Stadien der Blütenentwicklung die Antheren höher temperiert als die übrigen Blütenorgane.2)

---

1) Diese Erscheinung wurde zuerst von THÉODORE DE SAUSSURE bei *Cucurbita melo-pepo* festgestellt. — Vgl. TH. DE SAUSSURE: Recherches chimiques sur la végétation. Paris 1804. — TH. DE SAUSSURE: De l'action des fleurs sur l'air et de leur chaleur propre. Ann. de chim. et de phys. par Gay-Lussac et Arago. Bd. 21 (3) 1822, p. 279—303. — TH. DE SAUSSURE: Mémoires de Génève. Bd. 6. 1833, p. 251, 558. — Daß aber durchaus nicht in allen Fällen die Antheren den ansehnlichsten thermischen Effekt in der Blüte erreichen, geht daraus hervor, daß bei den *Arum*-Arten der nackte Appendix und bei *Victoria regia* die sog. Karpellanhänge die Hauptwärmeproduzenten sind. — Vergl. ERICH LEICK: Untersuchungen über die Blütenwärme der Araceen, Greifswald 1910. — ERICH LEICK: Studien über Wärmeentwicklung bei Blütenständen und Einzelblüten (mit Ausschluß der Araceenblütenstände). (Im Druck!)

2) Einige wenige abweichende Resultate bei völlig geöffneter Blüte sind wohl darauf zurückzuführen, daß sich das Quecksilbergefäß nicht in genügendem Kontakt mit den Antheren befand.

6. Abhängigkeit der Eigenwärme vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Werfen wir einen Blick auf die weiter oben (S. 17) angegebenen mittleren Maxima und Minima, die teils in der feuchten Kammer, teils in einer nicht mit Feuchtigkeit gesättigten Atmosphäre festgestellt wurden, so sehen wir auf den ersten Blick, daß in der feuchten Kammer ohne Ausnahme höhere Werte erzielt wurden. Ich stelle hier noch einmal die Gesamtmittelwerte einander gegenüber:

Luft nicht mit H_2O gesättigt	Luft mit H_2O gesättigt	Differenz
+ 0,074° (Blütenboden)	+ 0,31° (Blütenboden)	+ 0,236°
+ 0,096° (Antheren)	+ 0,65° (Antheren)	+ 0,554°

Daraus erhellt wohl zur Genüge, daß die Temperatur der Blüten nicht unerheblich durch die Transpiration herabgemindert wird. Hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft wirkt in zweierlei Weise der Wärmeabgabe entgegen, nämlich erstens durch Einschränkung der Verdunstung und zweitens durch Verhinderung einer völligen Blütenöffnung.

7. Zusammenfassung.

1. Ein Vergleich der bei schwankender und der bei konstanter Außentemperatur gewonnenen Zahlenwerte zeigt aufs deutlichste, daß verzögerter Temperaturausgleich zwischen Außenluft und Blüteninnerem zu erheblichen Temperaturdifferenzen führen kann, die mit den Lebensvorgängen nicht das geringste zu schaffen haben.
2. Eine meßbare Eigenwärme ist in den Blüten der „Königin der Nacht“ vorhanden, doch reicht sie nicht in allen Fällen aus, um den Wärmeverlust durch Transpiration auszugleichen.
3. Die ermitttelten Temperaturüberschüsse hängen in erster Linie von der Gestalt der Blüte ab, da Verschluß der Blüte die Wärmestauung begünstigt und die Transpiration verringert, Oeffnung der Blüte dagegen eine umgekehrte Wirkung ausübt.
4. Der Blütenform entsprechend stellen sich die Minima der Eigenwärme bei geöffneter Blüte, die Maxima bei geschlossener Blüte ein.

5. Die meßbare Eigenwärme verschwindet nach dem Abblühen. Eine Periodizität der Erwärmung ist nicht vorhanden.
6. Die Antheren zeigen in der Regel einen höheren Grad von Eigenwärme als die übrigen Teile der Blüte.
7. Je höher der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist, um so höher fallen auch die in der Blüte beobachteten Temperaturüberschüsse aus.
8. Die bei der „Königin der Nacht“ nachweisbare Blütenwärme ist viel zu geringfügig, als daß ihr — etwa wie bei manchen Araceen und bei *Victoria regia* — eine blütenbiologische Bedeutung zukommen könnte.

Botanisches Institut der Universität Greifswald,
Dezember 1915.

---

4. Magda Heilbronn: Die Spaltöffnungen von Camellia japonica L. (Thea japonica Nois.) Bau und Funktion.

(Mit 4 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 24. Januar 1916.)

An einem Flächenschnitt der Blattunterseite von *Camellia japonica* zeigt die nächste Umgebung der Spaltöffnungen nach Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure Holzreaktion[1]). Ausdehnung und Bau der verholzten Zone wurden anatomisch untersucht, die Entwicklung verfolgt und beobachtet, in welcher Weise die besondere Konstruktion Abweichungen vom Normaltypus der Spaltöffnungsfunktion veranlaßt.

Beim ausgewachsenen Blatt von *Camellia japonica* sind Schließ- und Nebenzellen der Spaltöffnungen verholzt. Der Flächenschnitt (Abb. 1 u. 2) zeigt, daß mindestens alle Außenwände dieser Zellen Lignin eingelagert haben. Der Querschnitt (Abb. 3) gibt Aufschluß darüber, wie weit die Verholzung sich längs der seitlichen und der Innenwände in das Blatt hineinzieht. Die Lumina der Schließzellen sind stark reduziert. Sie führen aber Protoplasma und Chlorophyll, ein Beweis, daß sie doch lebende Elemente sind. Die verdickten Außen- und Innenwände der Schließzellen sind breite

---

1) Über Verholzung an Spaltöffnungsapparaten vergl. Lit.-Verz. Nr. 1—7.

Holzleisten, von der Cuticula umkleidet. Die obere Verdickungsleiste der Schließzellen setzt sich in den verholzten oberen und seitlichen Membranen der Nebenzellen längs der Blattaußenfläche

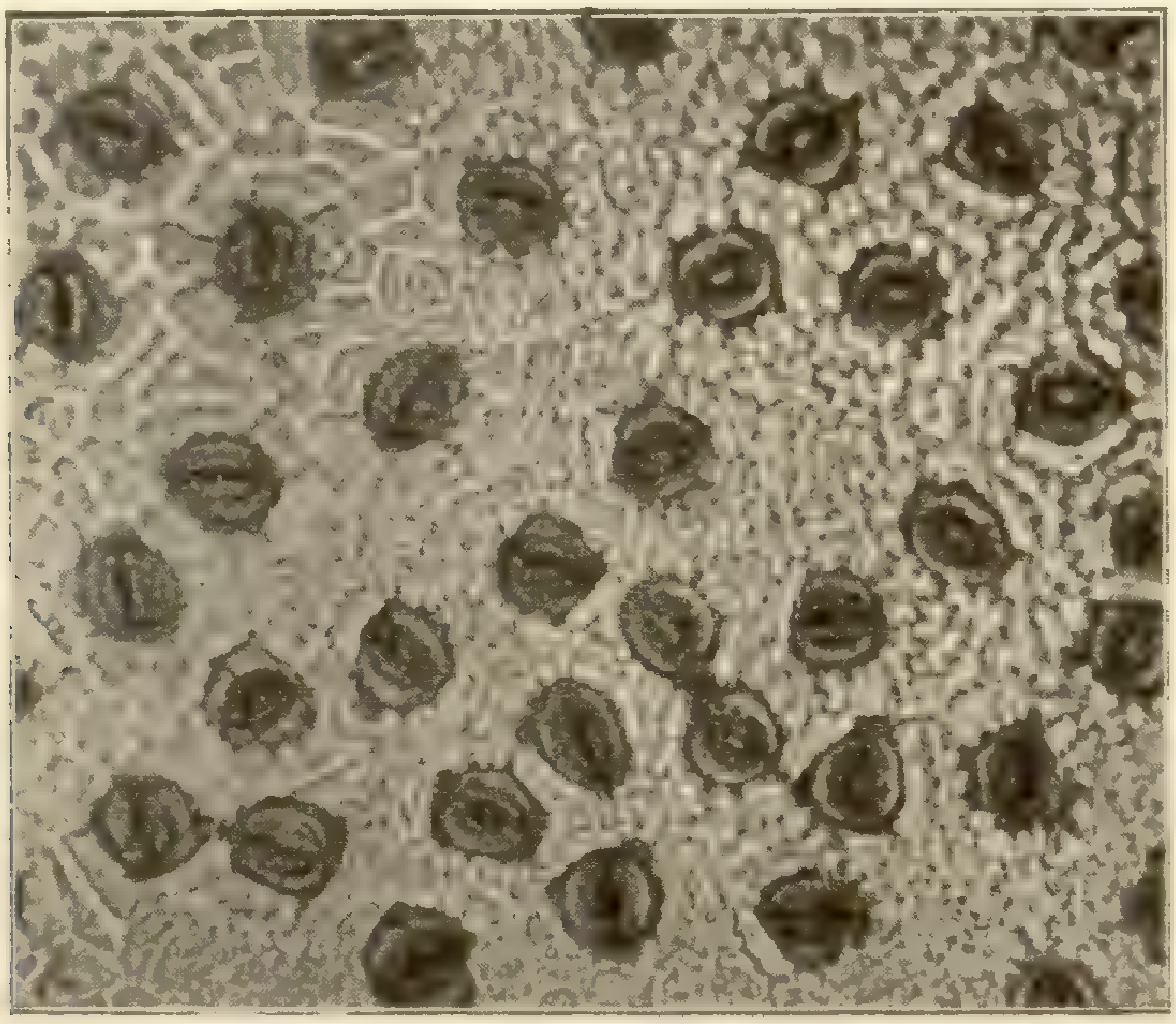


Abb 1. Vergr. 180

Camellia japonica. Mikrophotographie eines mit Phloroglucin und Salzsäure behandelten Flächenschnittes von der Blattunterseite. Je tiefer die Nebenzelle liegt, um so schmaler erscheint sie in der Flächenansicht.

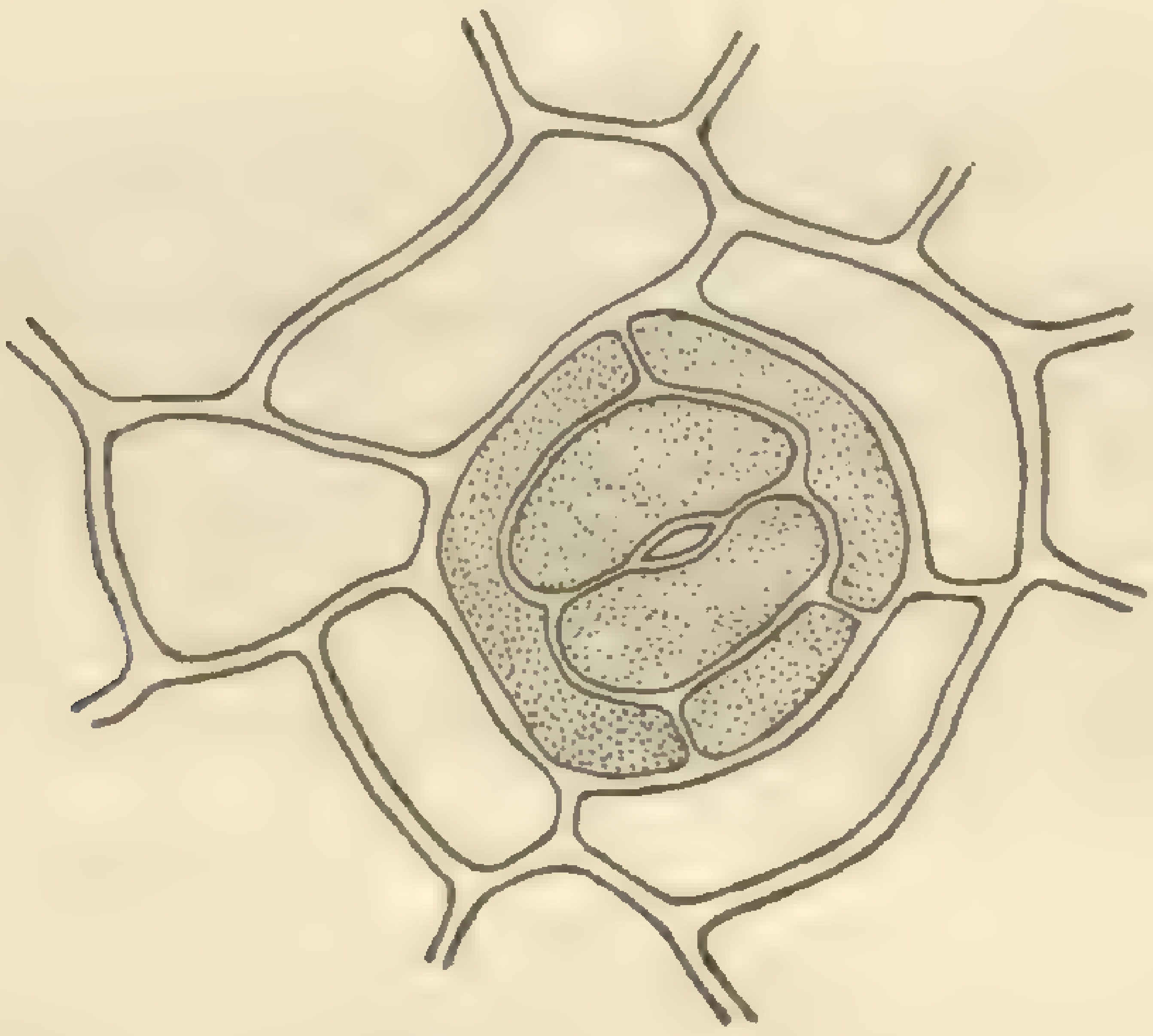


Abb. 2. Vergr. 540.

Camellia japonica Flächenschnitt von der Blattunterseite. Die verholzten Membranen sind durch Punktierung gekennzeichnet. Die sehr starke Tüpfelung der Wände der Epidermiszellen ist im Interesse der Klarheit der Zeichnung nicht angedeutet. Nebenzellen verhältnismäßig hoch gelagert.

und schräg ins Blattinnere hinein fort. Ist dieser Holzbalken, der die Nebenzellen völlig überdacht, fertig ausgebildet, so zeigen sich diese aus der ursprünglichen Lage gleicher Höhe mit Schließ- und übrigen Epidermiszellen in eine tiefere Stellung zwischen Epidermis- und Schwammparenchymzellen verlagert (Abb. 3 u. 4). An Querschnitten jugendlicher, noch unverholzter Spaltöffnungsapparate ist die höhere Lage der Nebenzellen zu sehen. Die verdickten Teile der Wände, die hier schon die spätere Ausdehnung des Balkens erkennen lassen, geben noch Zellulosereaktion. Der auf die Nebenzellen entfallende Teil des Holzbalkens ist als holzige Verdickung ihrer oberen und eines Stücks ihrer Seitenwände, welche an die benachbarten Epidermiswände anstoßen, zu deuten. Im Querschnitt ist eine Grenze der seitlichen Schließ- und Nebenzellwände, wo Holz an Holz stößt, nicht deutlich zu erkennen. Im Flächenschnitt aber setzen sich diese Zellen mit deutlich um-

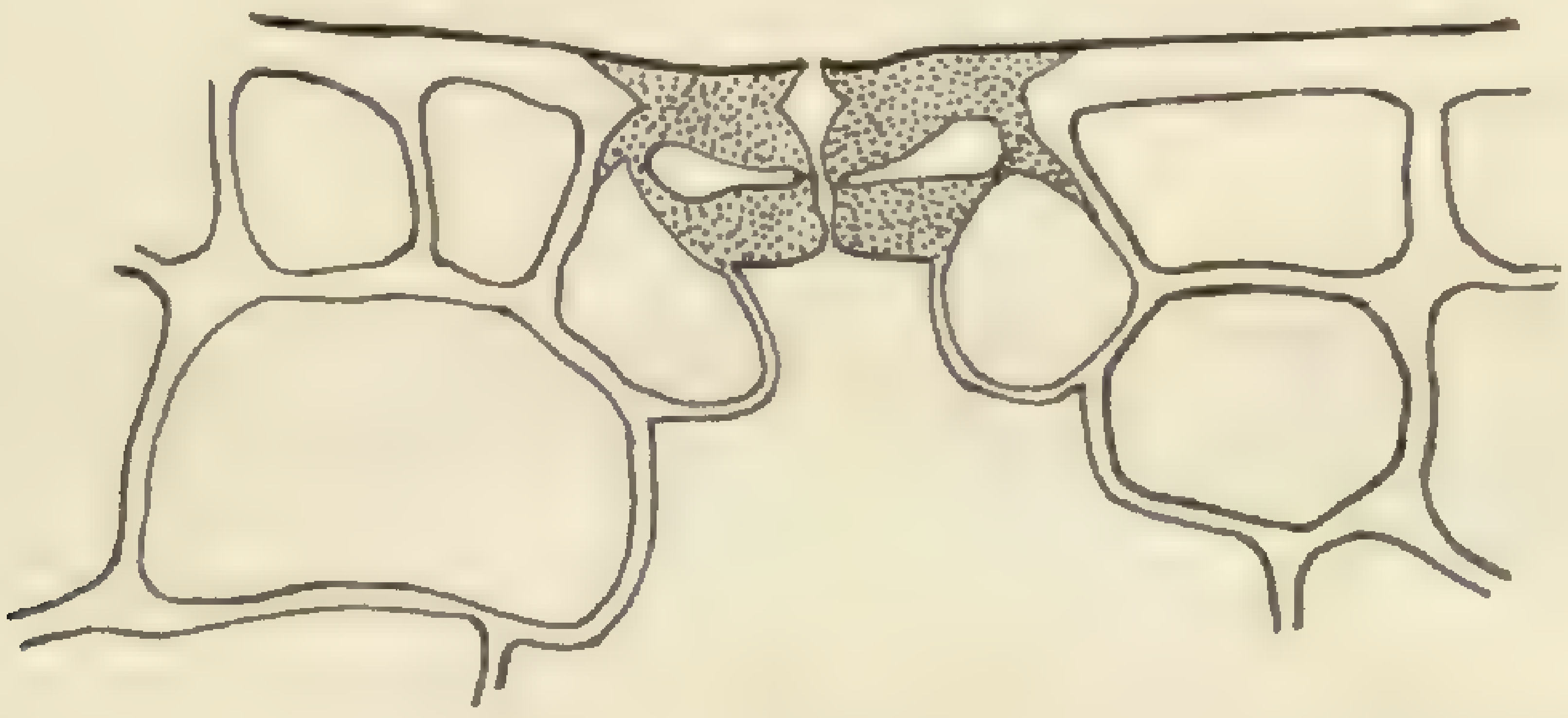


Abb. 3. Vergr. 540.

Camellia japonica. Querschnitt einer ausgewachsenen Spaltöffnung mit besonders tief gelagerten Nebenzellen. Die Lumina der Schließzellen scheinen etwas übertrieben stark reduziert, weil die Phloroglucin-Salzsäure-Reaktion Quellung der Wände verursacht.

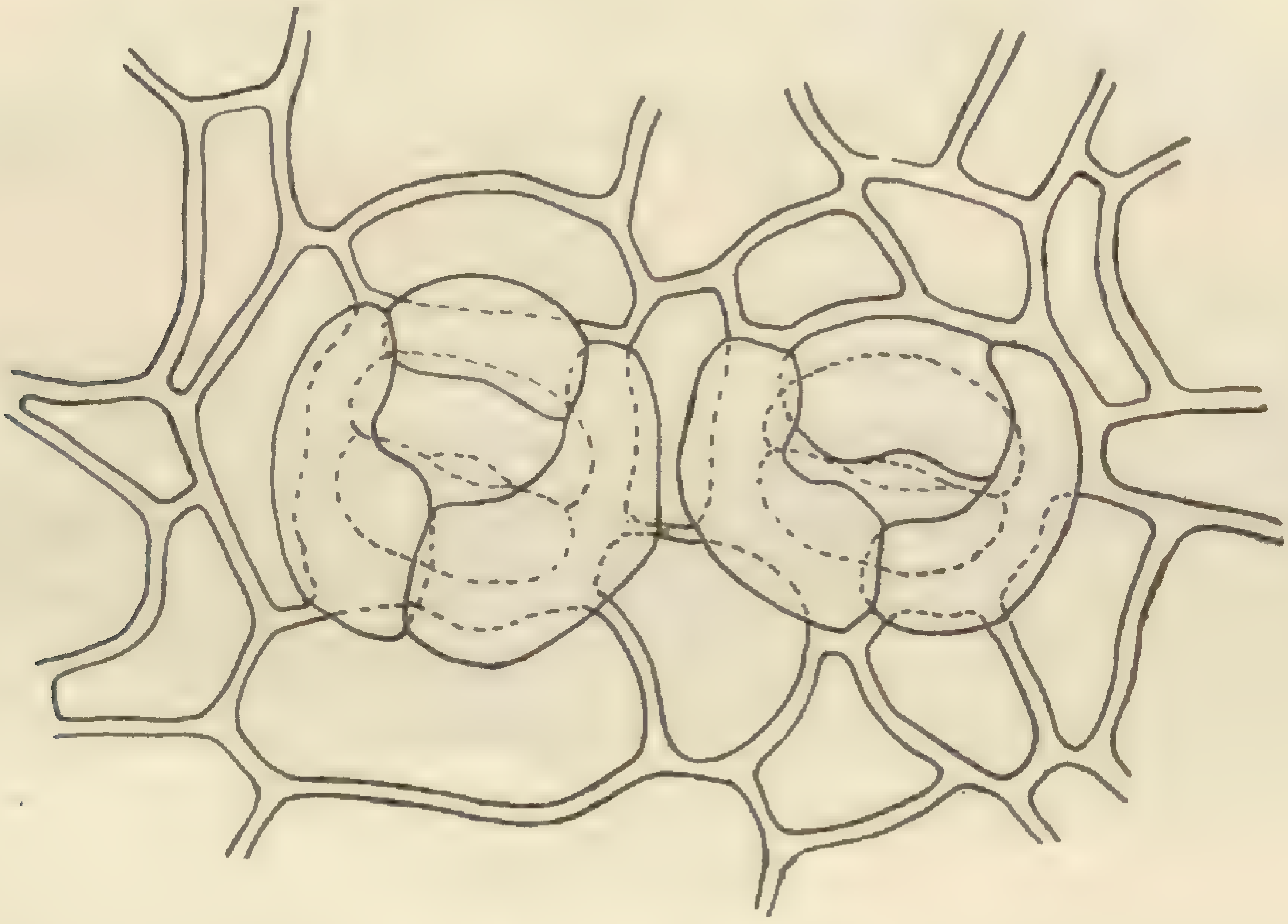


Abb. 4. Vergr. 540.

Camellia japonica. Flächenschnitt von der Blattunterseite, von innen gesehen. Die Verlagerung der Nebenzellen ins Blattinnere hinein wird sichtbar.

rissenen Mittellamellen der senkrecht ins Blatt hineinstehenden Wände gegeneinander ab.

Körperlich stellt sich also die verholzte Region als ein Ringwall dar, der, nach unten ausladend, den Spalt umgibt. Er ist nur in seinem oberen Teil massiv, den unteren zerlegt der durch das Nebenzellumen hereingeschobene Hohlraum in einen breiten inneren und einen schmalen äußeren Ring.

Die Spaltöffnungsmutterzelle von *Camellia japonica* legt mit drei aufeinander folgenden Wandbildungen in drei verschiedenen Richtungen die drei Nebenzellen an und gliedert sich mit einer letzten Längswandbildung in die beiden Schließzellen. In allen jüngeren Entwicklungsstadien sind die Spaltöffnungsapparate unverholzt, und auch die voll ausgebildeten ganz jungen Schließ- und Nebenzellen geben noch keine Holzreaktion. Doch ist das Stadium gänzlich entwickelter Form ohne Verholzung der Wände nur von kurzer Dauer. Es währt so lange, als die Zellen des Spaltöffnungsapparats wachsen. Haben die Schließzellen eine Größe von cr. 25 μ erreicht, so beginnt die Lignineinlagerung und ihr Wachstum ist beendet. (Über Wachstumssistierung verholzter Zellen vergl. SCHELLENBERG, Lit.-Verz. Nr. 9.)

Die verholzten Stomata stellen eine Konstruktion dar, die stark von der normalen abweicht. Es ist theoretisch nicht zu erwarten, daß ihre Funktion derjenigen regulärer Spaltöffnungsapparate genau gleicht. So verschieden aber der äußere Bau unverholzter Spaltöffnungen und der verholzten von *Camellia japonica* auch ist, im inneren Bau der Schließzellen beider Gruppen liegt eine wichtige Übereinstimmung: Beide Arten von Schließzellen führen Chlorophyll, sind also befähigt zur Assimilation. So kann auch die Schließzelle von *Camellia iaponica* Stärke und schließlich Zucker bilden. Sie gelangt dadurch in den Besitz eines osmotischen Potentials, daß durch Zelluloselamelle und die lebende, semipermeable Plasmamembran hindurch sich gegen die Potentiale benachbarter Nebenzellen ausgleichen kann. Denn die Schließzelle spart gerade dort, wo ihr verkleinertes Lumen dem der Nebenzelle am dichtesten anliegt, einen Zellulosenring inmitten der Holzwände aus. So ist, bei verschiedener osmotischer Wertigkeit der Schließ- und Nebenzellinhalte die Möglichkeit vorhanden, daß ein ausgleichender Flüssigkeitsstrom aus den Schließzellen hinaus oder in sie herein wandert. Infolgedessen sind auch die Turgorschwankungen vorhanden, kraft deren die Zellumina sich zu verengen oder erweitern streben und in ihnen die Hauptfaktoren, die das Schließen und Öffnen der Spalten bewirken. Gibt aber auch die innere Konstruktion der Schließzellen von *Camellia japonica* keinen Grund, die Funktionsgleichheit mit unverholzten Spaltöffnungsapparaten schon theoretisch anzuzweifeln, so muß doch eine durch Verholzung herbeigeführte Membransteifheit die Normalfunktion zum mindesten wesentlich erschweren. Die Bewegungen, welche normale Schließzellen beim Schließen und Öffnen des Spaltes vollführen, lassen sich in drei verschieden gerichtete Komponenten zerlegen. Die Abflachung der Zellumina und damit des ganzen Zellvolumens bei niederem Turgor in den Schließzellen kann bei *Camellia japonica* nicht eintreten, weil die verholzten Seitenwände, die sich bei der Abflachungsbewegung verkürzen müßten, starr geworden sind. Zweitens kann von einem Nachgeben der Zellwände an äußeren Hautgelenken deshalb nicht die Rede sein, weil im Verlauf der stark verdickten Außenwände gar keine Gelenkstelle zur Ausbildung gekommen ist. Und drittens ist auch die Verkürzung der Schließzellen durch eine Bewegung, welche parallel der Blattfläche verläuft, nicht möglich, weil die polar gelegenen Teile des Holzwalles sich dieser Gestaltsveränderung widersetzen würden. Die Ausführung der genannten Bewegungen im entgegengesetzten Sinne, also das Öffnen der Schließzellen, ist dann ebensowenig denkbar.

Demnach wird es wahrscheinlich, daß der von Schließ- und Nebenzellen gebildete Holzwall jede Formveränderung der Schließzellen vereitelt, indem er sie der Bewegungsmöglichkeit in allen drei Richtungen des Raumes beraubt. Zur Prüfung dieser Erwartungen, die natürlich nur dann Berechtigung haben, wenn die Versteifung der Wände durch Lignineinlagerung wirklich bis zu ihrer Bewegungsunfähigkeit führt, wurden mit der lebenden Pflanze die folgenden Versuche angestellt.

Da die Spalten normaler Blätter von *Camellia japonica* sich unter dem Mikroskop immer geöffnet zeigten, wurde versucht, sie durch Stellung solcher Bedingungen, die den Turgor vermindern, zum Verschluß zu bringen.

Als erstes Mittel kam die Plasmolyse in Betracht. Es wurden Schnitte, Blattstücke und ganze Blätter in 10 pCt. KNO_3 plasmolysiert. Um für Entfernung der Luft aus dem Blattinnern und damit für gesichertes Eindringen des KNO_3 zu sorgen, wurden einige Objekte der Lösung unter der Luftpumpe ausgesetzt. Die Beobachtung des Resultates geschah auf dreierlei Art. Die Spalten wurden mikroskopisch beobachtet, und zwar entweder direkt, oder nach Fixierung in heißem Alkohol zur Entfernung der trotz des Auspumpens in den Vorhöfen noch festgehaltenen Luft, welche die Beobachtung der Öffnungsweite sehr erschwerte. Ferner wurde mit Hilfe der STAHLschen Kobaltprobe der Zustand der Spaltöffnungen geprüft und drittens das MOLISCH-STAHLsche Infiltrationsverfahren (Lit.-Verz. Nr. 10, 11, 12) zur Schlußfolgerung auf die Funktion der Schließzellen benutzt.

Unter Anwendung der genannten Methoden ergab sich übereinstimmend, daß plasmolysierte Blätter die Spalten nicht zu schließen vermögen. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigten sich die Spalten geöffnet, obwohl gleichzeitig Plasmolyse im Blatt festzustellen war.

Trockenes Kobaltpapier, auf die Unterseite plasmolysierter und sorgfältig getrockneter Blätter gelegt, rötete sich nach kurzer Zeit. Die gleichzeitige Prüfung plasmolysierter und nicht plasmolysierter Blätter mit Kobaltpapier ergab keine aus späterer oder schwächerer Färbung zu vermutende Verminderung der Transpiration bei schwach turgescenten Blättern gegenüber derjenigen voll turgescenter.

Vor der Anwendung des Infiltrationsverfahrens wurden an normalen Blättern Vorversuche zur Ermittlung der brauchbarsten Flüssigkeitsreihe gemacht. Als praktisch erwies sich die von E. STEIN (Lit.Verz., Nr. 11, 12) angegebene STAHLsche Folge von Petroläther, Petroleum und Paraffinum liquid. Zur leichteren und besser gesicherten Feststellung der erfolgten Infiltration wurden die genannten Flüssigkeiten mit Sudan gefärbt. Paraffin. liquid. drang bei normalen Blättern nicht ein, während Petroleum und Petroläther im Blattinnern deutlich nachweisbar waren. Nachdem Blätter von *Camellia japonica* unter der Luftpumpe in KNO_3 gelegen hatten, wurden sie mit gefärbtem Petroleum und Petroläther überschichtet. Trotz festgestellter Plasmolyse des untersuchten Blattes waren beide Flüssigkeiten durch die nicht geschlossenen Spalten eingedrungen. Diese Tatsache ist vielleicht um so beweiskräftiger, als die eindringenden Flüssigkeiten einen Rest von KNO_3 aus den Vorhöfen und Atemhöhlen verdrängt haben müssen.

Nachdem die Verminderung der Blatturgescenz durch Plasmolyse die Schließzellen nicht zum Verschluß bringen konnte, wurde noch versucht, ob die gleiche Starrheit der Spaltöffnungen auch an welkenden Blättern zu beobachten war, bei denen durch unersetzte Wasserabgabe ähnliche Zustände verminderter Turgescenz der Zellen erreicht werden wie durch Plasmolyse. Wie zu erwarten war, blieben auch an diesen Blättern die Spalten geöffnet.

Ebenso erfolglos wie die wasserentziehenden Methoden war der elektrische Schlag. Das Präparat, welches auf dem Objektträger unter dem Mikroskop dem Wechselstrom eines Induktoriums ausgesetzt wurde, zeigte keine Schließbewegung der Spaltöffnungszellen.

Die genannten Versuche wurden an völlig ausgewachsenen, normalen Blättern gemacht, die schon das charakteristische derb lederige Aussehen hatten. Es blieb zu untersuchen, ob sich die noch unverholzten Spaltöffnungszellen unausgewachsener und zarter Blätter vielleicht anders verhielten. Unter dem Mikroskop wurden an plasmolysierten Schnitten unverholzte geschlossene Spaltöffnungen beobachtet. Ein anderes junges Blatt mit unverholzten Schließ- und Nebenzellen wurde zwei Tage ohne Wasser zum Welken ausgelegt. Die Petroleuminfiltration, die darauf an diesem Blatt versucht wurde, blieb ohne Erfolg. Unverholzte Spaltöffnungen von *Camellia japonica* sind also funktionsfähig.

Junge Blätter treten nur in der Periode des neuen Austreibens auf und dann in so geringer Zahl im Vergleich zu der Menge der ausgewachsenen Blätter, zu welcher noch diejenigen unausgewachsenen zu rechnen sind, bei denen die Verholzung bereits eingetreten ist, daß die ganze Pflanze durch die Funktionstätigkeit dieser relativ spärlichen Spaltöffnungen wohl keine Regulierung ihres Transpirationsstromes erreichen kann. Doch mag für diese die Anpassungsfähigkeit junger Blätter an verschiedenartige Transpirationsbedingungen um so wichtiger sein, als ihre noch wenig derbe Cuticula die Verdunstung wahrscheinlich nicht wesentlich hindern kann. Bei den ausgewachsenen Blättern aber sind Cuticula und Außenwände der Epidermiszellen zu einer stark verdickten derben Schutzschicht geworden, welche vielleicht das Zuviel der stomatären durch Verhinderung der cuticularen Transpiration ausgleicht.

Über die Rolle der Cuticula für die Regulierung der Transpiration sollen im Anschluß an diese Arbeit später Versuche mit anderen Objekten mitgeteilt werden. Die bei den geschilderten Versuchen und Beobachtungen durchgesehene Literatur ergab Vergleichsmaterial nur zum anatomischen Teil der Arbeit. In der Reihe der beschriebenen Fälle verholzter Stomata fehlen, wenigstens in den mir bekannt gewordenen Arbeiten, die Untersuchungen über volle, verminderte oder verhinderte Funktionsfähigkeit verholzter oder teilweise verholzter Spaltöffnungen.

Eine theoretische Erörterung über die physiologische Bedeutung der Verholzung an Spaltöffnungsapparaten eröffnet LINSBAUER (Lit. Verz. Nr. 8). Er möchte, bei genügender Bestätigung seiner Hypothese durch weitere Untersuchungen, für eine besondere Wasserökonomie bei verholzten Membranen eintreten, weil verholzte Wände die mechanische Wasserabgabe wesentlich erschweren. Die Anwendung, die KARZEL (Lit. Verz. Nr. 5) von dieser Hypothese macht, scheint aber nicht ganz logisch. Die Verholzung der mit der Luft in Berührung stehenden Zellwände würde, falls LINSBAUERs Vermutung den wirklichen Verhältnissen entspricht, allerdings ziemlich konstante Turgorwerte in den betreffenden Zellen zur Folge haben, weil die direkte Wasserdampfabgabe nach außen stark behindert wäre. Mit diesen Verhältnissen kann aber keine Herabsetzuug der Transpiration durchweg verbunden sein, wie KARZEL annimmt. Nur die cuticular transpirierende Oberfläche könnte höchstens um die Größe vermindert werden, welche die verholzten Spaltöffnungs- und evtl. Nebenzellwände aus der Rechnung streichen. Die stomatäre Transpiration aber würde gerade besonders groß sein, denn durch das festgehaltene Wasser müßten die Schließzellen stark turgeszent, also der Spalt geöffnet bleiben.

Es mag auch nicht unbedingt gerechtfertigt sein, aus SCHELLENBERGs Untersuchungen über Dehnbarkeit des Holzes (Lit. Verz. Nr. 9) mit KARZEL a priori die Beweglichkeit ligninführender Wände abzuleiten. *Camellia japonica* beweist, daß man mit solchen Schlüssen fehlgehen kann. SCHELLENBERG experimentierte mit relativ großen Holzfasern, die er mit dem Taschenmesser aus etwa fingerdicken Ästen herauspräparierte. Solche aus vielen Zellen oft mit einer bestimmten Achsenrichtung, zusammengesetzten Holzgewebe könnten Resultate liefern, die mit den Eigenschaften einer einzigen Wand, welche gegenüber einem solchen Zellaggregat homogen zu nennen wäre, nicht zu identifizieren sind. Beachtenswert für einen Versuch, die Verholzung der Spaltöffnungen causal oder teleologisch zu deuten, scheint mir die Tatsache, daß die Mehrzahl der bisher beschriebenen verholzten Stomata Pflanzen mit ausdauernden Blättern angehören.

Das Resultat der obigen Versuche ist folgendes:

Die Wände der Schließ- und Nebenzellen des Blattes von *Camellia japonica* sind verholzt und unbeweglich, folglich ist der Spaltöffnungsapparat nicht imstande, die typische Funktion auszuführen. Bei ganz jungen Blättern sind die unverholzten Spaltöffnungszellen noch zu Schließ- und Öffnungsbewegungen befähigt.

Bei dieser Gelegenheit möge noch erwähnt werden, daß bei drei Arten der Gattung *Thea* verholzte Spaltöffnungen festgestellt wurden. Ganz schwach verholzt sind die Schließzellen von *Thea viridis L.* und *Thea assamica* Masters, relativ stark dagegen diejenigen von *Thea Bohea L.* Bei letzteren fällt an den Polen je ein besonders stark verholzter Pfropf auf. Ihre Nebenzellen zeigen nur ganz vereinzelt Anfänge von Verholzung.

Nach Abschluß dieser Untersuchung fällt mir eine systematisch-anatomische Arbeit von N. R. PEKELHARING (Lit. Verz. Nr. 19) über den Blattbau der Theaceen in die Hände. Die starke Verholzung der Spaltöffnungen bei *Camellia japonica* und die schwache bei *Thea assamica* ist dem Verfasser entgangen. Seiner Angabe, daß die Nebenzellen der Spaltöffnungen von *Camellia japonica* wenig von den anderen Epidermiszellen verschieden seien, muß ich widersprechen. Selbst ohne Erkenntnis der Lignineinlagerung, an der sich auch bestimmte Abschnitte der Nebenzellwände beteiligen, hätte doch die abweichende Form der letzteren Zellen auffallen müssen, deren Querschnitt im Vergleich zu dem der anderen Epidermiszellen eher dreieckig als viereckig erscheint. Gerade bei der Beurteilung der systematischen Beziehungen zwischen Theaceen und Ternstroemiaceen, sowie bei der mikroskopischen Untersuchung der einzelnen Teesorten könnte vielleicht die Berücksichtigung des Baues von Schließ- und Nebenzellen günstige Anhaltspunkte liefern.

Münster i. W., Januar 1916. Botanisches Institut der Universität.

Literatur-Verzeichnis.

1. PORSCH, Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Jena 1905.
2. LEMAIRE, De la lignification de quelques membranes epidermiques. Ann. de sciences nat. 6. Serie. Tome 15. Paris 1883.
3. KLEMM, Über den Bau der beblätterten Zweige der Cupressineen. PRGSH.s Jahrb. Bd. 17, 1886.
4. VON GUTTENBERG, Anatomisch physiologische Untersuchungen über das immergrüne Laubblatt der Mediterranflora. ENGLERs Jahrb. Bd. 38, 1907.
5. KARZEL, Die Verholzung der Spaltöffnungen bei Cycadeen. WIESNER Festschrift. Wien 1908.
6. LINSBAUER, Anatomie tropischer Lycopodien. Sitzungsber. d. k. k. Akad. der Wissensch. in Wien. Math. Naturw. Kl. Bd. 107. 1. Abt. 1898.
7. LINSBAUER, Zur Verbreitung des Lignins bei Gefäßkryptogamen. Österr. bot. Zeitschr. Bd. 49. 1899.
8. LINSBAUER, Über die physiologische Bedeutung der Verholzung. Verh. der zool.-bot. Ges. in Wien. Bd. 58. 1908.
9. SCHELLENBERG, Beiträge zur Kenntnis der verholzten Zellmembran. PRGSH.s Jahrb. Bd, 29. 1896.
10. MOLISCH, Das Offen- und Geschlossensein der Spaltöffnungen veranschaulicht durch eine neue Methode. Zeitschr. für Botan. Bd. 4. 1912.
11. E. STEIN, Bemerkungen zu der Arbeit von MOLISCH: Das Offen- und Geschlossensein von Spaltöffnungen veranschaulicht durch eine neue Methode. Ber. der deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 30. 1912.
12. E. STEIN, Über Schwankungen stomatärer Öffnungsweite. Diss. Jena 1913.
13. HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1904.

14. HABERLANDT, Zur Kenntnis des Spaltöffnungsapparates. Flora 1887.
15. BENECKE, Die Nebenzellen der Spaltöffnungen. Bot. Zeitung 1892.
16. SCHWENDENER, Über Bau und Mechanik der Spaltöffnungen. Monatsber. der Berliner Akad. d. Wissensch. 1881.
17. MAHLERT, Anatomie der Laubblätter der Coniferen. Bot. Centralbl. Bd. 23. 1885.
18. TSCHIRCH, Über die Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort, mit spezieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Verh. des bot. Vereins der Provinz Brandenburg. 881.
19. N. R. PEKELHARING, Systematisch-anatomisch onderzoek van den bouw der Bladschijf in de familie der Theaceae. Diss. Groningen 1908.

Sitzung vom 25. Februar 1916.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Der Vorsitzende teilt mit, daß Fräulein Dr.

Erna Abranowicz

aus Wien im Sanatorium Grimmstein am 1. November 1915 und Herr Professor Dr.

Wladislaw Rothert

aus Krakau in St. Petersburg verstorben sind.

Die Anwesenden erheben sich, um das Andenken an die Verstorbenen zu ehren, von ihren Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Kirschstein, W., Lehrer am Lyzeum in **Berlin-Pankow**, Neue Schönholzer Straße 13 II (durch P. CLAUSSEN und E. JAHN) und

Neumayer, Hans, cand. phil. in **Wien I**, Kleeblattgasse 13 (durch R. v. WETTSTEIN und OTTO PORSCH).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Kießling, Dr. **L.**, Professor in **Weihenstephan** bei Freising,

Leick, Dr. **Erich**, Professor in **Konstantinopel**, und Frau

Leick, Dr. **Marie**, in **Konstantinopel**.

Herrn Professor Dr. HIERONYMUS widmete zur Feier seines 70. Geburtstages der Vorstand folgende Adresse:

Herrn Professor
Dr. Georg Hieronymus

Hochgeehrter Herr Kollege!

Die Deutsche Botanische Gesellschaft möchte den heutigen Tag, an dem Sie Ihr 70. Lebensjahr vollenden, nicht vorüber gehen lassen, ohne Ihnen ihre herzlichsten Glückwünsche darzubringen. Wir freuen uns heute besonders darüber, daß Sie trotz Ihres in den letzten Jahren nicht immer zufriedenstellenden Befindens der von Ihnen so geliebten wissenschaftlichen Arbeit mit alter Tatkraft sich widmen können. Und dankbar gedenken wir an diesem Tage der vielen wertvollen Leistungen, mit denen Sie unsere Wissenschaft gefördert haben.

Nachdem Sie in Ihrer schlesischen Heimat die Liebe zur Botanik gewonnen hatten, erweiterten Sie zunächst Ihre botanischen Kenntnisse in den Schweizer Bergen, wo Sie auch durch die damals noch weniger gewöhnliche Besteigung des Montblanc Ihre Freude an großartiger Natur betätigten und zugleich Ihre Befähigung zu schwierigeren Reiseunternehmungen erwiesen.

Dann widmeten Sie sich unter der Leitung der damals an der Spitze wissenschaftlicher botanischer Forschung stehenden Männer PRINGSHEIM und DE BARY entwicklungsgeschichtlichen und morphologischen Studien, als deren erste Frucht Ihre tiefgehende Bearbeitung der Centrolepidaceen erschien.

So vorbereitet, hatten Sie das Glück, in jungen Jahren in ein Land zu kommen, das für die botanische Forschung noch ein weites Feld eröffnete. Sie haben diesen Vorzug trefflich ausgenutzt. Im Verein mit mehreren anderen deutschen Gelehrten haben Sie in Argentinien Ihre Unterrichtstätigkeit mit reger Forschungsarbeit zu verbinden gewußt. Bald sahen wir mit Freude die Früchte Ihrer Studien in den Steppen, Wäldern und Hochgebirgen Argentiniens zu uns nach Europa gelangen. Weitere Ergebnisse Ihrer argentinischen Arbeiten, die Sie zunächst in der Landessprache veröffentlicht hatten, machten Sie uns leichter zugänglich, als Sie nach Europa zurückgekehrt waren und die pflanzengeographischen Verhältnisse der von Ihnen bereisten Gebiete im Zusammenhange schilderten.

Nach diesen Ihren Wanderjahren versenkten Sie sich in Breslau wiederum in morphologische und entwicklungsgeschichtliche Aufgaben, besonders auf dem Gebiete der Kryptogamenkunde. So haben Sie namentlich die Entwickelung von Stephanosphaera und der von Ihnen entdeckten Protococcacee Dicranochaete reniformis dargestellt und sind auch an der Klärung der Zellstruktur der Cyanophyceen tätig gewesen.

Nicht minder dankenswert waren Ihre Studien auf dem Gebiete der damals noch in den Anfängen befindlichen Gallenkunde; Ihre „Beiträge zur Kenntnis der europäischen Zoocecidien und deren Verbreitung“ haben sich verdiente Schätzung der Sachkundigen erworben.

Ihre Arbeiten fanden auch dadurch ihre Anerkennung, daß Sie von den philosophischen Faktultäten in Göttingen und Breslau für eine ordentliche Professur vorgeschlagen wurden. Aber Ihrer Neigung zu ungeteilter wissenschaftlicher Vertiefung entsprach es vielleicht noch besser, daß Sie an dem Botanischen Museum zu Berlin die Stelle eines Kustos übernehmen konnten. Denn hier haben Sie seit 1892 nach mehreren Richtungen hin eine ebenso ausgedehnte wie ersprießliche Wirksamkeit entfaltet.

An der Bearbeitung der aus dem andinen Gebiet von Columbien bis Patagonien stammenden Pflanzensammlungen, von denen Ihre eigenen einen beträchtlichen Teil ausmachten, haben Sie wesentlichen Anteil genommen und dabei besonders viele kritischen Formenkreise der dort so schwierigen Compositen aufgeklärt.

Ferner widmeten Sie sich mit unermüdlicher Ausdauer der Ordnung der Pteridophytensammlung und einem eindringlichen Studium der Farne und Selaginellen; dabei hat Sie Ihre gründliche mikroskopische Schulung in den Stand gesetzt, wertvolle Merkmale in die Diagnostik einzuführen. So haben Sie zusammen mit einem von Ihnen selbst angeregten und durch enge Freundschaft verbundenen Mitarbeiter die Pteridophytensammlung des Berliner Botanischen Museums zu einer sonst unerreichten Höhe der Reichhaltigkeit und wissenschaftlichen Durcharbeitung erhoben.

Endlich haben Sie auch in weiterem Sinne die Kryptogamenkunde gefördert durch die musterhafte Redaktion der Zeitschrift „Hedwigia“, die Sie nun bald 25 Jahre besorgen.

Angesichts dieser reichen Tätigkeit kann die Deutsche Botanische Gesellschaft, der Sie bald nach Ihrer Gründung als Mitglied beitraten, nur wünschen, daß Sie ihrem Kreise und der deutschen Wissenschaft noch lange erhalten bleiben und selbst noch manche Frucht der Arbeit ernten, durch die Sie so vielen künftigen Studien den Weg geebnet haben.

Berlin, den 15. Februar 1916.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft
S. SCHWENDENER. J. REINKE. R. KOLKWITZ.
M. O. REINHARDT. C. CORRENS. P. CLAUSSEN. L. DIELS.
E. BAUR. O. APPEL.

Auf die Adresse ist folgendes Antwortschreiben an den Vorsitzenden eingegangen:

Steglitz, den 21. Februar 1916.

An den Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

An dem Tage, an welchem ich das 70te Lebensjahr vollendete, ist mir auch eine Zuschrift des Vorstandes der Deutschen Botanischen Gesellschaft übersendet worden.

Ich statte hiermit meinen innigsten Dank für die in derselben ausgesprochenen Glückwünsche und die darin geäußerten, viel zu günstigen Ansichten über meine Leistungen auf dem Gebiete der botanischen Wissenschaft ab. Ich hoffe die mir noch zugemessene kurze Lebenszeit auch fernerhin unserer scientia amabilis widmen und so noch einige Bausteine zu dem Ausbau derselben herankarren zu können.

Der Deutschen Botanischen Gesellschaft aber wünsche ich, daß sie auch in Zukunft wachsen und gedeihen möge.

G. HIERONYMUS

Herr LINDNER legte einen umfangreichen Atlas mit fast 600 photographischen Aufnahmen von den im Gärungsgewerbe gebräuchlichen Hölzern und ihren Pilzbewohnern vor. Der Atlas ist in nur 2 Exemplaren angefertigt worden, von denen das eine in dem Institut für Gärungsgewerbe, das andere bei der Firma Rosenzweig & Baumann, Kassel, niedergelegt ist. Letztere hat die seit drei Jahren in Angriff genommenen Arbeiten durch reichliche Geldmittel unterstützt.

Das Holz hat neben seinen unleugbaren Vorzügen als Gefäßmaterial (Gärbottiche, Lager- und Transportgebinde) einen großen Nachteil, auf den Vortr. das Gärungsgewerbe wiederholt nachdrücklichst aufmerksam gemacht hat: es bietet vielen Mikroben in seinen zahlreichen Poren geeignete Schlupfwinkel, von denen aus später die Gärflüssigkeiten infiziert werden. Diese allmählich allgemein gewordene Erkenntnis hat sowohl der lebhafteren Anwendung von Desinfektionsmitteln als auch der Holzersatzfrage durch eiserne oder Cementgefäße Vorschub geleistet. Eine Frage von größter technischer Bedeutung ist nun die, wie man das Holz imprägnieren muß, um es für Mikroben völlig unzugänglich zu machen oder wie man ein infiziertes Holz durch Desinfektionsmittel wieder keimfrei bekommt. Die Erledigung der ersten Frage ist durch den Krieg unterbrochen worden, während die Untersuchungen über die Einwirkung der Desinfektionsmittel auf die Struktur der Hölzer und ihre Mikroflora doch zu einem gewissen Abschluß gebracht sind. Die Bestimmung der einzelnen Mikrobenformen war in der Mehrzahl der Fälle unmöglich; man hat eben bisher den uns alltäglich umgebenden Mikroben noch zu wenig Beachtung geschenkt mit Ausnahme etwa der morphologisch interessanten Formen. Diese sind aber zumeist für uns ohne technische Bedeutung. Bloße Beschreibungen der übrigen sind hier ziemlich wertlos, dagegen bietet die Photographie eine wirksame Handhabe für spätere Identifizierungsversuche.

Mit großem Vorteil ist bei der Aufnahme von Holzdünnschnitten in natürlicher Größe das Schattenbildverfahren in parallelem Licht zur Anwendung gekommen. Zur genaueren Charakterisierung der einzelnen Mikroben wurden die vom Vortragenden eingeführten verschiedenen Methoden der Züchtung vorwiegend angewendet. An den Arbeiten selbst war außer ihm noch Herr Dr. STOCKHAUSEN und Frl. PAUFLER beteiligt.

Mitteilungen.

5. J. Reinke: Bemerkungen zur Vererbungs- und Abstammungslehre.

(Eingegangen am 29. Januar 1916.)

1. Das Problem.

C. CORRENS schließt seine schöne Arbeit „Die neuen Vererbungsgesetze“ (Berlin 1912) mit folgendem Wort:

„Die Zeit des ‚Gedankenexperimentes‘ in der Vererbungslehre ist vorbei. Mühsam, in jahrelanger oder jahrzehntelanger Arbeit muß jetzt Baustein für Baustein gesichert werden. Dafür hoffen wir aber auch, ein festes Gebäude aufzurichten, das nicht dem Schicksal der bisherigen Vererbungstheorien verfallen soll.“

Dies Programm haben alle, die auf dem Gebiete der Vererbungskunde tätig sind oder tätig sein wollen, sich zu eigen gemacht. Wie auf den übrigen Gebieten der Naturwissenschaft, soll auch auf diesem, um ein Wort KANTs zu gebrauchen, „außerhalb der Erfahrung kein Dokument der Wahrheit irgendwo angetroffen werden“, d. h. gelten. Die Grundlagen naturwissenschaftlicher Erfahrung: Beobachtung und Experiment sind in ihr Recht getreten. An Stelle der spekulativen Vererbungslehre ist die experimentelle zur Herrschaft gelangt[1]).

Selbstverständlich wird damit nicht auf die Verknüpfung beobachteter Tatsachen durch das Nachdenken verzichtet. Die

---

[1]) Damit soll nicht gesagt sein, daß vor MENDEL in der Vererbungslehre nicht experimentiert worden wäre; etwa gleichzeitig mit ihm hat wohl WICHURA seine beachtenswerten Arbeiten über *Salix*-Kreuzungen ausgeführt.

Gedankenarbeit bleibt die gleiche wie früher, nur stützt sie sich auf festere Grundlagen; die Phantasie regt sich stets im Menschen, sie nützt auch in der Wissenschaft, falls sie gezügelt wird; wer möchte auf die von ihr gelieferten Arbeitshypothesen verzichten? Auch KANT nimmt die Ergebnisse der Erfahrung nur als Dokumente der Wahrheit in Anspruch, nicht als die ganze Wahrheit selbst. Im Aufbau einer Wissenschaft wird die Theorie niemals fehlen; und so sehen wir alle Arbeiten der um die experimentelle Vererbungskunde hochverdienten Männer von theoretischen Betrachtungen durchsetzt. Was insbesondere das Experiment selbst anbelangt, so ist es doch auch nur eine Methode der Beobachtung, wie das Mikroskop und das Fernrohr andere Methoden bezeichnen. Die Beobachtung liefert die Bausteine der Wissenschaft, deren hehrer Bau niemals fertig wird, den wir alle aber in einem gewissen, wenn auch nur für uns gültigen Abschluß zu schauen glauben. Ob die Menschheit jemals über solche subjektive Anschauungen eines Zeitalters hinauskommen wird, ist fraglich; uns braucht das auch nicht zu kümmern. Wir wollen beobachten und über das Beobachtete nachdenken. —

Die Pflanze setzt sich zusammen aus einer Schar von Merkmalen oder Eigenschaften, die von einander mehr oder weniger unabhängig sind, und die, teilweise wenigstens, als Reaktionen auf Außenfaktoren nachgewiesen werden können. Ihre Keimzellen enthalten eine Schar unsichtbarer, mehr oder weniger unabhängiger Anlagen oder Erbfaktoren, die in der Zeugung sich miteinander verbinden, um in den Nachkommen sich wieder voneinander trennen zu können.

Wie wir durch GREGOR MENDEL die grundlegenden Tatsachen der Vererbung kennen lernten, haben wir ihm auch die aus diesen Tatsachen abgeleiteten Grundgesetze, mithin einen wichtigen Teil des theoretischen Ausbaus der Vererbungskunde, zu danken. Er hob bereits die Diskontinuität und Selbständigkeit der einzelnen Erbfaktoren hervor, eine Selbständigkeit, die auch nach ihrer Kombination bei der Befruchtung nicht erlischt. Als Träger dieser Erbfaktoren nahm MENDEL verschiedenartige Zellenelemente sowohl im Ei wie in der Spermie an (vgl. S. 40 ff. in OSTWALDs Ausgabe).

Über die Anlagen oder Erbfaktoren sagt CORRENS (l. c. S. 3): „Von der Natur dieser Anlagen wissen wir sehr wenig, obschon gerade hier die experimentelle Arbeit der letzten zehn Jahre etwas Einblick geschaffen hat, und noch weniger wissen wir, wie aus den Anlagen wieder die dazugehörigen Merkmale hervorgehen und wie dafür gesorgt ist, daß sie sich an der richtigen Stelle zu Merkmalen entfalten". „Weitergegeben von Generation zu Generation werden nicht die sichtbaren Merkmale selbst, sondern ihre Anlagen".

Die Keimzellen bergen also, bildlich gesprochen, ein Mosaik von Anlagen — Erbfaktoren — Genen, in welchem jede einzeln für sich besteht und wirksam werden kann. Die Erbfaktoren oder Gene sind keine leeren Fiktionen der Theorie. Die bei Kreuzungen auftretenden festen Zahlenverhältnisse sprechen so sehr für ihre Realität, daß wir an dieser nicht zweifeln dürfen, auch wenn sie uns nie durch ein Mikroskop gezeigt werden können. — Auch die wechselnden Bilder des Kaleidoskops werden durch eine beschränkte Zahl von Einheiten zustande gebracht; ein Vergleich, der sich mir bei den Gestaltungsverhältnissen im Pflanzenreiche stets aufgedrängt hat; und wie die bunten Einheiten im Kaleidoskop immer wieder bestimmten Gleichsgewichtslagen zustreben, so kann man das, was ich sonst morphologisches Gleichgewicht nannte, auch als Gleichgewicht der Gene bezeichnen.

Die zwischen den Erbfaktoren oder Genen und den chemischen Atomen bestehende Analogie ist oft hervorgehoben worden. Sie steht dem Vergleich mit dem Kaleidoskop nahe, denn die Atome verbinden sich zu Molekülen, um später wieder auseinanderzutreten, ohne eine Eigenschaft eingebüßt oder geändert zu haben; auch das Molekül ist ein Mosaik.

Reicht unser Wissen von den Genen aus, um eine Vorstellung von ihrem Wesen gewinnen zu können, oder dürfen wir sie nur als ein Seiendes denken? DARWINs Versuch mit den Keimchen oder Pangenen, WEISMANNs mit den Determinanten, NÄGELIs mit dem Idioplasma wirken nicht gerade ermutigend für Vorstellungsexperimente. Ich bin darum der Meinung: wir sind nur imstande, die Gene zu denken, nicht aber, sie vorzustellen. Allein, wenn wir uns zu solchem Verzicht entschließen, werden wir dennoch von unserer Denktätigkeit die Konkurrenz der Phantasie nicht ganz fernhalten können; es wird sich wohl immer gleichsam von selbst die Frage erheben: sollen wir die Gene korpuskular oder bloß dynamisch denken? Wägbar oder imponderabel? Diese Frage bildet den Hauptgegenstand der nachstehenden Untersuchungen.

2. Der Artbegriff.

Zunächst ein kurzes Wort über meine Auffassung des Artbegriffs, da dieser Begriff in der Vererbungslehre eine Rolle spielt. Für mich ist die Art oder Spezies ein Anschauungsbegriff und als solcher wertvoll, doch kein feines Destillationsprodukt der Logik. Anschauungsbegriffe waren es auch, wenn LINNÉ *Draba verna*, *Ranunculus repens*, *Plantago major*, *Lobelia Dortmanna* als Arten definierte. Solche Artbegriffe sind der Anschauung zugänglich und prägen sich leicht mitsamt ihrem Namen dem Gedächtnisse ein. Im Rahmen der einheimischen Flora habe ich ein ausreichendes Vorstellungsbild von der Art *Draba verna*, das genügt mir; ob mir daneben noch bekannt ist, daß *Draba verna* sich aus einigen Hundert erblicher Unterarten zusammensetzt, jede Unterart vielleicht aus ein paar Tausend reiner Linien, gehört gar nicht zu meiner Anschauung von der Art *Draba verna.* Ich nenne Art, was LINNÉ Art nannte, bleibe damit auf historischer Grundlage und verletze nicht die Pietät gegen den Urheber des Artbegriffs[1]. Ob ich im übrigen den Artbegriff entstehen lasse durch Abstraktion von allen Individuen der *Draba verna*, oder ob ich ihn konkret fasse durch Summierung aller *Draba verna*-Exemplare, die je gelebt haben, ist gleichgültig. Ich bin nur der Meinung, man sollte den Artbegriff nicht auf Unterarten oder gar auf die reinen Linien verschieben, weil dadurch alle Anschauung verloren geht und dem Gedächtnis Unbilliges zugemutet wird. Man nenne mit JOHANNSEN die reinen Linien einen konstanten Biotypus, oder eine Sippe letzter Ordnung, doch man lasse dem Worte Art oder Spezies seine alte Bedeutung. Der Artbegriff sei in Zukunft wie bisher ein praktischer; denn praktisch können wir den LINNÉschen Artbegriff doch nicht entbehren.

Auch ERNST LEHMANN will, wie mir scheint, den Artbegriff in der bisherigen Weise beibehalten (vgl. Biol. Centralblatt 1914 S. 285 und 286). Er will den Artbegriff strukturell und nicht genetisch begrenzen (S. 292). Der theoretische Gegensatz zu diesem praktischen Artbegriff wäre dann nicht einmal die reine Linie, sondern der von LEHMANN entwickelte Begriff der isogenen Einheit, weil erst diese alle homozygotischen Einzelwesen gleicher genetischer Konstitution umfaßt (S. 288 und 289). Doch die isogene Einheit braucht nicht einmal eine genetische Einheit zu sein, weil sie ihre Gene von verschiedenen Arten beziehen kann. Die isogene Einheit scheint mir ein theoretischer Grenzwert zu sein, und da rein theoretische Artdefinitionen schließlich auf sie hinauslaufen, wird man im praktischen Leben auch als Botaniker am besten mit der alten LINNÉschen Art auskommen.

---

[1] Damit will ich durchaus nicht LINNÉs Definition des Artbegriffs beipflichten. — Vom Menschen haben wir alle eine Anschauung; doch wer kennt eine befriedigende Definition dieses Begriffs?

Dem auf LINNÉ zurückgehenden Anschauungsbegriff entspricht es, daß die Art konstant ist, dabei aber innerhalb ihrer Elastizitätsgrenze variiert. Darin, daß man auch künftig von Variationen spricht, bin ich mit JOHANNSEN[1]) (El. S. 662) einverstanden. Die Variationen schwingen um eine gewisse Gleichgewichtslage, mögen es Modifikationen sein im Sinne NÄGELIs, oder mögen äußere Einflüsse sich nicht nachweisen lassen; denn auch die Individuen einer reinen Linie, unter ganz gleichen Außenfaktoren kultiviert, werden niemals kongruent sein im strengen Sinne des Worts. Solche oscillierende Variation ist nicht erblich; erbliche Variation fällt unter den Begriff der Allogonie. Durch Allogonie kann sich das Wesen, der Genotypus einer Art ändern; durch sie die Konstanz der Art eine Durchbrechung erfahren.

Eine Art unterscheiden wir von einer andern — z. B. *Plantago major* von *P. media*, *P. lanceolata*, *P. maritima* durch ihre Eigenschaften oder Merkmale, die in keiner Definition oder Beschreibung fehlen. Daran wird kaum etwas durch den Umstand geändert, daß wir heute erkannt haben, diese Merkmale beruhen auf einer Reaktion der Keimzellen oder der Zellen der Vegetationspunkte bez. der in ihnen gegebenen Erbfaktoren auf äußere Einflüsse; wobei ich glaube, daß zu dieser Reaktion auf Außenfaktoren noch eine Reaktion der Erbfaktoren auf die Gesamtheit der Systembedingungen[2]) der werdenden Pflanze hinzutritt. Diese Systembedingungen sind die materiellen Configurationen innerhalb der Zellen und der Gewebe, die ein Sondergeschehen im Mechanismus der Pflanze wie im Lebensprozesse der Art vermitteln. JOHANNSEN (Biol. S. 628) wies hierauf schon hin, wenn er sagte: „Wir müssen offenbar alle Eigenschaften eines gegebenen Organismus als Manifestationen seiner genotypischen Gesamtkonstitution auffassen“.

3. Ontogonie.

Mit Recht hebt CORRENS (l. c. S. 3) hervor, daß die Ontogonie oder Entwicklung, das Hervorgehen der Merkmale aus den Anlagen, ein Problem für sich ist. Die Entwicklungsgeschichte der Pflanzen läßt sich nicht nur am Embryo, sondern auch an der Bildung der Organe und der Gewebe aus den Vegetationspunkten verfolgen. Vom befruchteten Ei geht ein Zwang aus auf die ersten Teilzellen, sich zu Vegetationspunkten zu gruppieren; in letzteren wirkt der Zwang fort, bis die Gestalt der Pflanze mit Einschluß von Blume und Frucht fertig vor uns steht. Dieser gesetzmäßige Vorgang der Umbildung von Zellen vollzieht sich mit einer an das Unfehlbare grenzenden Sicherheit, wenigstens wenn wir innerhalb reiner Linien bleiben oder uns auf die Betrachtung der Knospen eines Baums bzw. eines Klons beschränken. Wir könnten von einem Erhaltungsgesetz des Biotypus sprechen, das stets in einer vollkommenen Neubildung sich geltend macht und mit überlieferten Erbfaktoren, deren Reaktion aufeinander und auf Außenfaktoren in die Erscheinung tritt. Unverändert gehen dabei die Erbfaktoren durch den Körper der fertigen Pflanze hindurch bis in neue Keimzellen und Vegetationspunkte hinein. Sie bleiben in Vorfahren und Nachkommen die gleichen. Beachtenswert ist, daß sowohl in den befruchteten Eiern wie in den Zellen der Vegetationspunkte von Blütenpflanzen Vollkerne enthalten und als solche am ontogenetischen Aufbau beteiligt sind. In den Geschlechtsgenerationen der Moose und Farne leisten Halbkerne die gleiche Arbeit.

---

[1]) Im folgenden wird des öftern auf zwei Werke JOHANNSENs Bezug genommen werden, auf seine Elemente der exakten Erblichkeitslehre. II. Auflage, Jena 1913; und: Experimentelle Grundlagen der Descendenzlehre, in der „Kultur der Gegenwart“, Band I (Allgemeine Biologie) 1915. Hinweise auf ersteres Werk sind abgekürzt als El., auf letzteres als Biol.

[2]) Über den Begriff der Systembedingungen vgl. J. REINKE, Einleitung in die theoretische Biologie, II. Aufl. S. 184 (1911).

Da wir alles in der Natur wirkende oder wirksame eine Kraft[1]) nennen — ein Ausdruck unserer Sprache, der die Kausalbeziehungen gleichsam personifiziert — so ließ ich den Zwang, der von den Erbfaktoren ausgeübt wird auf das chemische Baumaterial der Gewebe im Bilde einer Kraft sich geltend machen und nannte diese Kraft Dominante[2]); oder vielmehr ich sprach von Dominanten im Pluralis, wie man auch von Erbfaktoren oder Genen in der Mehrzahl spricht. Ich ließ dabei völlig dahingestellt, ob eine spätere Analyse den Dominantenbegriff auf andere Kräfte zurückführen werde und verglich die Dominanten einstweilen mit dem x, y, z einer Gleichung. Ich wollte zunächst einen kurzen Ausdruck haben für die Kausalbeziehungen zwischen Kindern und Eltern.

Sodann steht nach meiner Auffassung die ontogenetische Ausprägung der Pflanze aus dem Vegetationspunkt unter dem Einflusse von Dominanten. Schon für *Caulerpa* habe ich diesen Gedanken des näheren ausgeführt (vgl. REINKE, Über *Caulerpa*. Wissensch. Meeresuntersuchungen, Kiel 1901). Indem ich NÄGELIS

---

[1]) Der enge Kraftbegriff der Mechanik läßt sich nicht auf die ganze Natur anwenden; Willenskraft oder Geisteskraft sind sogut Realitäten wie **Schwerkraft und chemische Zugkraft.**

[2]) Vgl. J. REINKE, Einleitung in die theor. Biol., II. Aufl., S. 194.

Idioplasma dynamisch denke, fällt mein Dominantenbegriff fast mit dem Idioplasmabegriff zusammen, nur daß das Idioplasma durch die Pflanze hindurch eine kontinuierliche Einheit bilden soll, während ich die Dominanten stets diskontinuierlich, darum in der Mehrheit dachte. Übersetzt man WEISMANNs Biophoren, Determinanten, Ide und Idanten aus dem korpuskularen ins dynamische, so ist die Übereinstimmung mit meinen Dominanten noch größer, weil eine Über- und Unterordnung neben der Diskontinuität im Begriff der WEISMANNschen Korpuskular-Fiktionen liegt. Ich habe mich über den Dominantenbegriff an verschiedenen Stellen geäußert, bitte aber nur meine Darstellung in der Einleitung in die theoretische Biologie II. Aufl. berücksichtigen zu wollen.

In jedem Vegetationspunkte, mögen wir an einen solchen bei *Caulerpa*[1]) denken, oder an die Scheitelzelle eines Laubmooses oder an das vielzellige Urmeristem einer Dikotyle, ist eine unsichtbare Erbanlage, eine Schar von Dominanten gegeben, die nach meiner Ansicht nur dynamisch zu begreifen sind. Darum nannte ich sie in ihrer Gesamtheit auch ein Bildungspotential, um sie mit dem energetischen Potential der Physiker zu vergleichen. Geschieht dies, so bleiben wir beim Denken von Kräften stehen; konstruieren wir dagegen ein materielles Substrat, wie WEISMANN in seinen Biophoren, Determinanten usw. und NÄGELI im Idioplasma, so machen wir den kaum zulässigen Versuch, vom Denken zum Vorstellen einer unsichtbaren Sache überzugehen; hat NÄGELI doch sogar Querschnittsbilder seiner Idioplasma-Vorstellung gegeben. Das Wesen der in der Keimzelle oder im Vegatationspunkt gegebenen Anlagen ist aber unbekannt; nur die Tatsache steht fest, daß die Anlagen in der Keimzelle die Gestalt des daraus hervorgehenden Organismus bedingen. Die Entwicklung ist darum eine Kraftübertragung, die sich im geordneten Ablauf materieller (chemischer) Vorgänge geltend macht; die dabei wirksamen Kräfte sind räumlich nicht vorstellbar. In der Keimzelle sind sie als Fähigkeiten, als Potential enthalten; das sichtbare, mikroskopisch und chemisch nachweisbare Protoplasma der Keimzellen ist Substrat oder Träger solcher Fähigkeiten. WEISMANNs Korpuskel verschiedener Ordnung würde ich höchstens als Symbole für Dominanten gelten lassen; wie könnte auch ein Korpuskel anders wirken als durch Kräfte, die von ihm ausgehen! Andererseits kennen wir keine Kräfte, die nicht an materiellem Substrate hafteten; darum habe ich auch für die Dominanten an den Phonographen erinnert und zweifle nicht im geringsten daran, daß sich ihre Wirkungen mit chemischen Mitteln durchsetzen. Für die Dominanten selbst aber eine organisierte oder nicht organisierte, d. h. rein chemisch vorzustellende Masse einzusetzen, widerstrebt mir; sie sind ein unbekanntes gesetzmäßig Wirksames, das sich unserer Vorstellung entzieht.

---

[1]) Potentiell wohnt die Fähigkeit, sämtliche Organe mit den Eigentümlichkeiten der Art hervorzubringen, in jedem Teile des Zellenleibes einer *Caulerpa*; insofern fehlt in der Organisation von *Caulerpa* jede Lokalisation der gestaltbildenden Fähigkeiten. Es stehen nicht nur die Vegetationspunkte unter der Herrschaft des spezifischen Erbzwangs (der Gene!), sondern auch jedes Stück eines alten Blattes oder Rhizoms.

4. Isogonie.

Wenn geschlechtliche Fortpflanzung bei strenger Inzucht stattfindet, kann man von Isogonie sprechen. Sie zeigt sich bei den reinen Linien der Pflanzen, deren Kettenglieder in Selbstbestäubung entstehen, wenn alle Keimzellen homozygotisch waren; bei den reinen Rassen zweigeschlechtlicher Tiere, deren Eier und Spermien gleichfalls als Homozygoten zu bewerten sind.

Bleiben wir bei den Pflanzen stehen, so gleicht ein Glied der Generationenkette dem andern, weil die Gestalt durch gleiche Erbfaktoren bedingt wird. Ist die Uebereinstimmung der Glieder keine vollkommene, so gelten die Abweichungen gewöhnlich als Modifikationen, die durch Reaktion auf Außenfaktoren hervorgerufen wurden und die sich darum bei Änderung dieser Außenfaktoren wieder ausgleichen können.

Die Isogonie zerfällt in zwei Akte, in die homozygotische Zeugung selbst und die daran anschließende ontogenetische Bildung der Gestalt. Von letzterer war schon die Rede; der Zeugungsakt selbst bedarf noch einiger Bemerkungen.

Während die Ontogonie anhub mit den Veränderungen des durch einen Vollkern ausgezeichneten befruchteten Eis, und alle Zellenabkömmlinge des letzteren gleichfalls Vollkerne besitzen, enthalten die in der Befruchtung zusammentretenden Gameten nur Halbkerne. Jeder dieser Halbkerne birgt die gleichen Erbfaktoren oder Gene, wie sie im Vollkern der Zellen eines Vegetationspunktes sich finden.[1] Die Halbierung der Chromosomenzahl bei Entstehung der Gameten bedingt also keinesfalls eine Sonderung oder gar Teilung von Genen; sie bewirkt diese so wenig, wie das Durchschneiden eines Magnetstabes in seiner Mitte die beiden Arten des Magnetismus voneinander trennen würde. Die Gene haften an der Substanz der Zellen, zunächst des Zellkerns; wieweit auch das

---

[1] In dieser ganzen Abhandlung kommen nur Blütenpflanzen in Betracht.

Protoplasma hierbei mit in Betracht kommt, bleibe an dieser Stelle unerörtert.[1]) Jenes materielle Substrat der Gene sind zweifellos chemische Verbindungen, die wir nicht kennen. Ob diese Verbindungen als solche Träger der Gene sind oder erst durch einen Zustand der Organisation dazu werden, wie ihn NÄGELI im Idioplasma und WEISMANN in den Biophoren vorstellte, wissen wir gleichfalls nicht. Wir wissen nur, daß Gene durch die Halbkerne des Pollenkorns und der Eizelle auf die Zygote und ihr Entwicklungsprodukt übertragen werden, und daß hierbei vielleicht immer plasmatische Bestandteile mitwirken.

Vor allen Dingen fehlt uns aber jede Vorstellung von den Genen. Wollen wir Fortpflanznng und Vererbung wenigstens bis zu einem gewissen Grade begreifen, so müssen wir die Gene als denknotwendig einsetzen, darüber herrscht Einverständnis. Aus den Arbeiten MENDELs und seiner Nachfolger wissen wir auch, daß die Gene dynamische Einheiten bilden, die für den Aufbau der Pflanzengestalt maßgebend sind, daß diese Einheiten getrennt und kombiniert werden können, wie es mit den chemischen Atomen geschieht in der Synthese und der Spaltung komplizierter Verbindungen. Was die Gene aber sind, vermag niemand zu sagen; wir erkennen sie nur aus ihren Wirkungen. Jedes neue lebendige Einzelwesen ist die Wirkung der in der Befruchtung sich vereinigenden Gene. Die Gene sind ein unsichtbares Wirksames. Die Analogie zu den Atomen hat darin ein Ende, daß die Verbindungen lediglich aus Atomen aufgebaut sind, während wir nicht sagen können, daß eine Pflanze aus einer Summe von Genen bestehe. Durch diesen Hinweis wird die Analogie zwischen Genen und Atomen merklich eingeschränkt; denn nach KANT hat man unter Analogie zu verstehen nicht eine unvollkommene Aehnlichkeit zweier Dinge, sondern nur die Aehnlichkeit zweier Verhältnisse zwischen ganz unähnlichen Dingen.

5. Wie sind die Gene zu denken?

Im vorstehenden deutete ich bereits an, daß ich die Gene nicht korpuskular, sondern nur dynamisch zu denken vermag; um dies zu begründen, muß etwas weiter ausgeholt werden.

Hören wir zunächst einmal HELMHOLTZ, welcher sagt: „Jede physikalische Erklärung muß zu den Kräften aufsteigen, und die können natürlich nie Objekt der sinnlichen Anschauung werden, sondern nur Objekte des begreifenden Verstandes." — „Insofern wir das Gesetz als ein unsre Wahrnehmung und den Ablauf der Naturprozesse Zwingendes, als eine unserm Willen gleichwertige Macht anerkennen, nennen wir es Kraft."¹) Gewiß springen bei der Anlage und dem Aufbau einer Pflanze die Gene nicht anders mit Stoff und Energie um, wie der Wille des Menschen beim Bau eines Hauses; dennoch liegt mir nichts ferner, als Gene und Willen für wesensgleich zuhalten. Hier haben wir es mit KANTs Analogiebegriff zu tun, mit der „Ähnlichkeit zweier Verhältnisse zwischen ganz unähnlichen Dingen". Die Beziehungen zweier Kräfte zu Stoff und Energie (unter letzterer verstehe ich die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten) sind einander ähnlich, weiter nichts. Doch der Kraftbegriff ist anwendbar auf die Gene wie auf den Willen. Widerstrebt diese Auffassung, so müßte man die Gene, weil ihnen die Anschaulichkeit fehlt, für eine Idee erklären; unter Idee ist eine Methode des Denkens zu verstehen. Man könnte sie auch näher als Beziehungs-Symbole der Vererbung bestimmen; denn die Vererbung ist eine gesetzmäßige, durch die Erfahrung festgestellte Beziehung zwischen Eltern und Nachkommen, wie denn alle Erfahrung und somit alle wahre Wissenschaft auf der unmittelbaren Wahrnehmung und auf der Feststellung von Beziehungen beruht. Das hat schon PLATO gelehrt, und auch heute kommen wir nicht über die uns von der Natur selbst gezogene Schranke hinaus, daß die Aufdeckung von Beziehungen das letzte ist, was die Naturwissenschaft zu erreichen vermag. Möge man es daher eine Kühnheit nennen, wenn ich die Gene als in der Gegenwart nicht näher zu bestimmende Kräfte auffasse. Das Gebiet des Lebendigen ist eben endlos viel komplizierter, als der leblose Stoff. Man beachte, daß es in Wirklichkeit nur „Anlagengarnituren" gibt, um mit HEIDER zu sprechen, also Scharen von Genen, die untereinander in mannigfachem Abhängigkeitsverhältnisse stehen; das einzelne Gen ist schon ein künstlich isoliertes Gedankending.

---

[1]) Doch sei darauf hingewiesen, daß FR. MEVES in einer Reihe von Arbeiten mit Entschiedenheit für die Beteiligung gewisser Bestandteile des Protoplasma, der Plastosomen, am Befruchtungsakt eintritt, vgl. z. B. „Über den Befruchtungsvorgang bei der Miesmuschel“ im Archiv f. mikr. Anatomie Bd. 87, II, S. 47 ff. (1915).

Sicher ist das Folgende. Die Kreuzungsversuche seit MENDEL haben, besonders in den Zahlenverhältnissen, die Unabhängigkeit der Gene voneinander festgestellt; CORRENS (l. c. S. 50) spricht daher mit Recht von einem Gesetz der Selbständigkeit der Merkmale und Anlagen. Diese Anlagen (Erbfaktoren, Gene) sind bestimmende Wirksamkeiten (Kräfte), die, an sich unveränderlich,

---

1) HELMHOLTZ, Physiologische Optik II Aufl. S. 592.

durch den Entwicklungsgang des Einzelwesens wie durch die Kette der Generationen hindurch sich geltend machen. Nur von Wirksamkeit der Anlagen können wir sprechen, nicht von ihrer Entwicklung. Sie treten im Laufe der Entwicklung der Pflanze in die Erscheinung durch Reaktionen, die sie ausgewirkt haben, nicht durch Zellen und Gewebe, in die sie sich umwandelten oder zu denen sie ausgewachsen wären. Die Gleichheit von Individuen wird durch die Gleichheit ihrer Gene bedingt; sie sind organisierende Faktoren, deren Wirksamkeit deutlich, deren Beschaffenheit unerkennbar ist. Auch JOHANNSEN (Biol. S. 613 u. 616) weiß nichts über die Natur der Gene zu sagen; sie sind ihm die teilweise trennbaren Einheiten eines Genotypus. JOHANNSEN hebt besonders die Diskontinuität der Gene hervor (Biol. S. 649); ich möchte glauben, daß auch hier wieder für manche Erscheinungen das Kaleidoskop brauchbare Analogieen liefert. Denn daß die Gene in irgendeiner Form bewegter Materie sich bemerkbar machen, ist gewiß.

Die Gene sind so gut verschieden vom Merkmal der erwachsenen Pflanze, wie die Außenfaktoren vom Merkmal verschieden sind, das doch auch sie hervorbringen helfen. Dabei ist ihre Konstanz besonders bemerkenswert, „für die alle genügend analysierten Tatsachen zeugen“ (JOHANNSEN El. S. 423). Weil nun die Gene in reinen Linien von Generation auf Generation überliefert werden, müssen auch die Einzelwesen dieser Generationenkette konstant bleiben. JOHANNSEN (El. S. 143) führt ferner aus, der Begriff Gen solle bedeuten, daß durch ein Etwas in der Konstitution der Gameten die Eigenschaften eines sich entwickelnden Organismus bedingt oder mitbestimmt werden können. Dabei solle keine Hypothese über das Wesen dieses „Etwas“ aufgestellt werden, der Begriff Gen also frei von jeder Hypothese sein.

Ich glaube, daß bei dieser Auffassung JOHANNSEN den Genbegriff als einen dynamischen gelten lassen wird; denn nur die dynamische Auffassung desselben ist hypothesenfrei, sofern wir den Kausalnexus berücksichtigen. Daneben ist das Wort Gen oder Erbfaktor eine Abstraktion von den Ursachen eines Merkmals; in ähnlichem Sinne ein Rechenpfennig in der Hand des Biologen wie das Atom ein Rechenpfennig in der Hand des Chemikers ist.

Auch meinen Dominantenbegriff habe ich rein dynamisch gefaßt im Gegensatz zu den Korpuskularvorstellungen DARWINs und WEISMANNs, um ihn dadurch hypothesenfrei zu gewinnen. Ein einzelnes Gen im Sinne JOHANNSENs würde mit meiner Dominante letzter Ordnung identisch sein, und da einmal das Wort

Gen in der internationalen Literatur Eingang gefunden hat, verzichte ich gern in der Zukunft auf das Wort Dominante, wenigstens sofern es den für ein Einzelmerkmal verantwortlichen Innenfaktor bezeichnen soll. Ob in der Ontogonie, wo es sich um die Bildung nicht nur von Merkmalen, sondern auch um deren geordnete Zusammenfügung zu einem Ganzen handelt, der Dominantenbegriff überflüssig wird, mag einstweilen dahingestellt bleiben.

Das Wort „Anlage“ ist im Deutschen am längsten in Gebrauch, um das zu bezeichnen, was von JOHANNSEN „Gen“ genannt wurde. Allein jenes Wort ist nicht eindeutig. Während man das eine Mal die unsichtbare Ursache einer Bildung darunter versteht, wird es ein anderes Mal verwandt, um die eben sichtbar werdenden Anfänge von Organen zu bezeichnen. Wer sich einmal mit Blütenentwicklung beschäftigte, der hat mit dem Mikroskop nach den „Anlagen“ von Staubgefäßen usw. gesucht. Wegen seiner Eindeutigkeit verdient also das Wort Gen den Vorzug. Älter jedoch, und schon von MENDEL verwendet, ist das Wort Faktor oder Erbfaktor, wie es den Außenfaktoren gegenüber wohl zweckmäßiger heißt; eß pflegt dem Worte Gen gleichgeltend gebraucht zu werden. Indessen sagt JOHANNSEN (El. S. 584): „Die genotypischen Elemente, die Gene — oder die „Faktoren“, wie wir sicherheitshalber sagen, weil es meistens unsicher ist, ob ein Faktor Anwesenheit oder Abwesenheit eines Genes bedeutet — repräsentieren durchaus nicht je eine Eigenschaft, sondern ihre Zusammenstellung in der gegebenen Zygote bedingt die ganze Reaktionsnorm des betreffenden Organismus“. Danach hat es fast den Anschein, als wolle JOHANNSEN die Begriffe Faktor und Gen trennen oder den ersteren vor dem zweiten bevorzugen. In den meisten Fällen wird man indes das eine Wort so gut wie das andere benutzen können, und das Wort Gen ist schon zu sehr eingebürgert, um wieder verschwinden zu können.

6. Korpuskularhypothesen.

Wie hängen die Erbfaktoren oder Gene zusammen mit der „lebenden Substanz“ der Zellen, die wir doch chemisch konstituiert denken? Haften sie an ihr, wie die besonderen Kräfte des Wasserstoffs am Wasserstoffatom haften, die des Stickstoffs am Stickstoffatom? Wie wirken sie auf ihr materielles Substrat? Das sind Fragen; ob auch Probleme? Ich verstehe unter Problem eine wenigstens im Prinzip lösbare Aufgabe, und man wird einräumen, daß eine experimentelle Beantwortung jener Fragen heute leider noch aussichtslos erscheint. Auch wenn wir bestrebt sind, unsere

Phantasie für das Gen soviel Anschaulichkeit gestalten zu lassen, wie möglich, werden wir doch höchstens Symbole damit erreichen.

Hören wir wiederum einen der neuesten Autoren. Nach JOHANNSEN (El. S. 605) darf man nicht mit Chromosomen oder Chromosomenpartikeln operieren als wären es Gene, oder deren Sitz, oder „Faktorenträger"; wir können beim heutigen Wissen die genotypischen Elemente nicht als „diskret-räumlich getrennt" auffassen. Und an anderer Stelle (El. S. 381) heißt es, daß die ganze WEISMANNsche Korpuskular-Repräsentation der Eigenschaften eines Lebewesens in seinen Gameten als verfehlt aufzugeben sei.

Dennoch finden sich die Erbfaktoren, Erbkräfte oder Gene nur in lebendigen Zellen, und diese sind materielle Systeme; mit dem Leben werden auch die Gene vernichtet. Man wird darum nicht aufhören, die Gene im Zusammenhang mit der lebenden Materie zu denken; und je zahlreichere Gene durch eine Keimzelle repräsentiert werden, je schärfer ausgeprägt wir die dynamische Diskontinuität der Gene annehmen, um so kleiner wird die Masse sein, zu der wir ein Gen in Beziehung setzen. Wir werden auch hierbei an einen Verein von Kraft und Masse zu denken haben, wie er uns auf jedem Gange durch die Natur begleitet von den elementarsten anorganischen Verhältnissen bis zum „Haften" des Intellekts und des Willens am Protoplasma der Hirnzellen.

Kehren wir noch einmal zur Analogie zwischen Gen und Atom zurück. Jedes Atom läßt sich auf zweierlei Weise denken; als Beispiel sei das Atom des Eisens gewählt. Wir denken es erstens korpuskular als die kleinste mögliche Masse (Einheit) des Elements; zweitens dynamisch als Kraftzentrum, das sich in der für dies Element typischen Reaktionsnorm zur Geltung bringt. Damit dürften wir einen weiteren Ausbau jener Analogie gewonnen haben, auf deren Grenzen wir oben gestoßen sind. Und nun fragt man sogleich: kann man das Gen dann nicht auch als Masse denken, die aus einem Komplex chemischer Verbindungen besteht oder irgendwie chemisch vorgestellt werden mag? Gewiß kann man das tun, doch man gewinnt nicht das geringste damit. Man würde dadurch in gewisser Weise auf DARWINs Pangene zurückkommen. Doch ein solches Pangen würde nur wirksam werden durch Kräfte, die von ihm ausgehen, und diese Kräfte sind experimentell erforschlich, während das ihnen zugeordnete Korpuskel Hypothese bleibt. Statt der Pangene oder der WEISMANNschen Korpuskel NÄGELIs Idioplasma mit den Genen zu identifizieren, geht um so weniger an, als in NÄGELIs Vorstellung die Kontinuität der Idioplasmafäden wesentlich ist, während für die Gene die Diskontinuität einwandfrei festgestellt werden konnte. Und wenn NÄGELI (Abstammungslehre S. 81, 82) gerade in der Materialität seines Idioplasma eine Vorstellung erwecken wollte, „wie die Vererbung auf natürlichem, somit auf mechanischem Wege erfolgen kann“, so ist der Gleichsetzung von „natürlich“ und „mechanisch“ grundsätzlich zu widersprechen, weil keineswegs alle natürlichen Vorgänge mechanisch ablaufen; auch die Gesetze der Logik sind natürlich, doch nicht mechanisch.

Als Träger der Vererbung und somit der Erbfaktoren kennen wir sicher die Zygoten mit ihren Kernen und Chromosomen, sowie alle Zellen, durch deren Teilung ein Organ oder ein Organismus sich aufbaut; jeder darüber hinaus angenommene Träger von Genen ist hypothetisch. In einem Minimum von Hypothesen wird aber jeder ein wichtiges Ziel aller Forschung anerkennen. Wenn wir nun zugeben müssen, daß im lebenden Organismus jeder dynamische Vorgang eine chemische Grundlage besitzt, so können wir an die Stelle der Erbfaktoren auch den in ihnen zur Geltung kommenden Chemismus setzen und von einer Erbmasse sprechen, wie es CORRENS getan hat (l. c. S. 62). Doch auf den dynamischen Einfluß solcher Erbmasse kommt es an, zumal die Erbmasse selbst auch ultramikroskopisch unauffindbar bleiben dürfte.

7. Die Reaktionsweise der Gene.

E. BAUR (Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, II. Aufl., S. 9 u. S. 16) gibt dem dermaligen Stande der Vererbungslehre folgenden kurzen Ausdruck: „Vererbt wird immer nur eine bestimmte spezifische Reaktion auf die Außenbedingung, und was wir als äußere Eigenschaften mit unseren Sinnen wahrnehmen, ist nur das Resultat dieser Reaktion auf die zufällige Konstellation von Außenbedingungen, unter denen das untersuchte Individuum sich gerade entwickelt hat.“ — „Die äußeren Eigenschaften eines jeden einzelnen Individuums hängen von zwei Dingen ab, erstens von der spezifischen ererbten Reaktionsweise der Spezies, zu der dieses Individuum gehört, und zweitens von den Außenbedingungen, unter denen sich das betreffende Individuum entwickelt hat.“

Da hierbei auf das einleuchtende Beispiel der *Primula sinensis* verwiesen wird, welche die Fähigkeit besitzt, bei 20 ° rote, bei 30 ° weiße Blumenkronen zu bilden, so gelangt gerade die typische Weise der Reaktion eines Erbfaktors auf Temperatureinfluß, d. h. auf einen Außenfaktor zur Geltung, und man würde daher in Verallgemeinerung die Vererbung als eine Reaktion der Summe der

Erbfaktoren oder Gene auf die Summe der Außenfaktoren ansprechen können; sehen wir zu, wieweit solche Verallgemeinerung berechtigt erscheint.

JOHANNSEN bemerkt in dieser Richtung (El. S. 146): „Durch die Natur der in Frage kommenden konstitutionellen Elemente, also der Gene, ist die ganze Reaktionsnorm des betreffenden Organismus gegeben — und die realisierten persönlichen Charaktere hängen nun des weiteren von den die Ontogenese beeinflussenden Faktoren der äußeren Verhältnisse (dem Milieu) ab.“ Und El. S. 381: „Der Gesamtcharakter des Individuums ist das Resultat aller während der Ontogenese erfolgenden Reaktionen der genotypischen Grundlage mit den vorhandenen Lebenslagefaktoren. Die Komplikation, daß die Reaktionsprodukte wiederum mit diesen Faktoren und miteinander reagieren werden, brauchen wir in ihrer Selbstverständlichkeit nicht näher zu pointieren; die nähere Erforschung dieser Sachen gehört zur Embryologie und Entwicklungsmechanik“. Ferner (El. S. 144): „Wir dürfen uns dabei aber nicht vorstellen, daß je einem speziellen Gene eine besondere Eigenschaft, etwa eine Einzeleigenschaft oder ein Merkmal entspricht. Eine solche Vorstellung muß nicht nur als naiv, sondern auch als ganz und gar irrig aufgegeben werden. In der Wirklichkeit sind alle realisierten persönlichen Charaktere als Reaktionen der ganzen Konstitution der betreffenden Zygote (bzw. der Gameten) aufzufassen; Reaktionen, die je nach der Natur des umgebenden Milieus verschieden sein können“. In gleichem Sinne wie hier zuletzt äußert sich JOLANNSEN noch S. 387, 564, 613 und sonst.

Ich glaube, daß hierin alles angedeutet ist, was wir über die Reaktionsweise der Gene zurzeit wissen: daß diese Reaktionen sich nicht nur vollziehen zwischen Genen und Außenfaktoren, sondern auch zugleich zwischen Genen und inneren Faktoren.

Ob wir dabei zwischen der Vererbung durch Gameten und der Embryologie (mit Einschluß der Entwicklung aus Vegetationspunkten) so scharf unterscheiden können, wie JOHANNSEN es tut, bleibt mir allerdings fraglich. Die sich aus der Isogonie ergebende Ontogonie einer Art oder reinen Linie mit ihrer Unabänderlichkeit wird vererbt; besteht sie nun allein in der Summe von Genen oder deren Wechselbeziehung, oder ist sie die Reaktion eines besonderen Genenkomplexes auf einen anderen, immerhin handelt es sich hier doch wohl um Reaktion von Genen auf einen inneren Faktor, der der Reaktion auf Außenfaktoren gegenüberzustellen ist. Ich meine, es ist nicht zu übersehen, daß die Erbfaktoren einer Art nicht nur auf Außenfaktoren, die wir zu bestimmen in der Lage sind, sondern auch auf das materielle System der in den Keimzellen selbst gegebenen Organisation reagieren, also auf Innenfaktoren. Folgendes Beispiel scheint mir darauf hinzuweisen.

Bei den Angiospermen wird die Chlorophyllbildung vererbt in deutlichster Abhängigkeit von einem Außenfaktor, dem Licht; ich sehe dabei von solchen Fällen ab, wo am Licht die Chlorophyllbildung unterbleibt, wie bei *Monotropa* und *Orobanche*, oder wo sie in unvollkommener Weise stattfindet, wie bei *Neottia* und *Corallorhiza*. Bei den Coniferen dagegen kommt dieser Außenfaktor der Vererbung von Chlorophyllbildung nicht in Betracht; sie ergrünen vollkommen bei Abwesenheit von Licht, ein innerer Faktor muß somit den Außenfaktor, von dem bei Angiospermen die Chlorophyllbildung untrennbar ist, ersetzen. Wir werden daher sagen: der Erbfaktor, von dem die Chlorophyllbildung abhängt, muß reagieren auf einen Faktor X, und dies X ist das eine Mal eine Außenbedingung, die wir kennen, das andere Mal eine Innenbedingung, die uns bis jetzt unerkennbar blieb. Ob man dabei die ganze Zygote als reagierend annimmt oder analytisch die Reaktion einem besonderen Erbfaktor (Gen) zuschreibt, dürfte von untergeordneter Bedeutung sein. Das wesentliche scheint mir der bei den Coniferen die Reaktion auslösende innere Faktor zu sein.

Die Pflanze wäre danach das Ergebnis einer Reaktion der Gene (des Genotypus) auf Außenfaktoren und auf innere Faktoren, die nicht Erbfaktoren sind; wie wir diese inneren Faktoren denken oder gar vorstellen wollen, kommt nicht in Betracht. Bei der Reaktion auf Außenfaktoren können Modifikationen der Gestalt entstehen, die sich in der nächsten Generation wieder ausgleichen; bei der Reaktion auf jene innere Faktoren können analoge Formschwankungen zutage treten, wie in den Modifikationen; sie sind ebensowenig von Bestand, wie diese. Es sind das jene Abänderungen der Form, die ich oszillierende Variation genannt habe, weil sie um den Genotypus wie um einen Grenzwert hin- und herschwingen. Daß wir nicht zwei kongruente homologe Blätter, die unter ganz gleichen Außenbedingungen eines Baums gebildet wurden, finden, scheint mir sicher; wenigstens wäre es Hypothese, für jede solche Diskongruenz der Form Außenfaktoren verantwortlich machen zu wollen.

Das Vorkommen solcher oszillierenden Variation aus inneren Ursachen wird heute bestritten; man will nur Modifikationen anerkennen. Dennoch kann ich mir nicht vorstellen, daß zahlreiche Deszendenten einer reinen Linie auch bei gänzlicher Konstanz der Außenbedingungen kongruent auszufallen vermöchten. Aus einer

Stanniolplatte lassen sich tausende kongruenter Blatt- oder Pflanzenformen ausstanzen, die organische Form folgt meines Dafürhaltens solcher Kongruenz nicht; sie bewegt sich gleichsam zitternd um eine Gleichgewichtslage. Ob die Abweichungen vom Typus dabei größer oder geringer sind ist ebensowenig von Bedeutung wie bei den Modifikationen. Sie können durch die nächste Schwankung wieder ausgeglichen werden. Doch Reaktion auf innere Verhältnisse kann nicht weniger zur Abweichung vom Typus führen wie Reaktion auf äußere Verhältnisse.

Auch in den Oszillationen handelt es sich, wie bei den Modifikationen, um Schwankungen des Phaenotypus der Sippe.

8. Genotypus und Phaenotypus.

JOHANNSEN (z. B. Biol. S. 612) unterscheidet scharf die individuell verwirklichten Eigenschaften der Lebewesen und deren „innere Konstitution“; die ersteren sind Reaktionen der letzteren Diese Reaktionen bilden den Phaenotypus einer Sippe; die Konstitution den Genotypus. Der Genotypus ist der Inbegriff der Reaktionsnorm; ich möchte sagen, er verkörpert das Reaktionsgesetz des Biotypus. Biotypus nennt JOHANNSEN (El. S. 207) isogene Organismen mit identischer genotypischer Konstitution. Zeigt uns aber der Genotypus ein Reaktionsgesetz, so brauchen wir dies mit HELMHOLTZ nur zu „personifizieren“, um zu wirkenden Kräften zu gelangen; damit haben wir die dynamische Begründung des Genotypus gewonnen, unbeschadet der Frage, wie die in ihm wirksamen Kräfte zu denken sind.

JOHANNSEN denkt sich die genotypische Beschaffenheit einer Pflanze nach Art einer chemischen Konstitution (z. B. El. S. 413); dabei soll jede Zelle vom Genotypus der betreffenden Sippe durchdrungen sein (El. S. 411); ich möchte hinzufügen, daß dann auch jedes Stück, in das man eine *Caulerpa* zerhackt, diese genotypische Beschaffenheit zeigt, da aus ihm sich eine neue *Caulerpa*pflanze des gleichen Biotypus aufbauen läßt. Individuen mit identischem Genotypus sind isogen (El. S. 208): waren die Gameten genotypisch gleich, so entsteht eine homozygotische, rassenreine Pflanze (El. S. 149). Wenn die Gameten genotypisch ungleich waren, so ist das daraus hervorgehende Individuum heterozygot in seiner genotypischen Konstitution (Biol. S. 617). Rassenreinheit bedeutet somit homozygotische Natur in den Umständen, die die Rassencharaktere bedingen (El. S. 540). Der Genotypus ist der Inbegriff aller Gene, die grundlegende Konstitution des Organismus (El. S. 146).

Damit haben wir den konsequenten theoretischen Ausbau der Lehre von den Erbfaktoren oder Genen. In der freien Natur tritt uns dieser Inbegriff, also doch wohl die Summe der Gene, gewöhnlich in der Verhüllung eines Phaenotypus entgegen; so bilden von Mendel's Ackererbsen die reine rote Rasse und die rote Mischrasse den gleichen Phaenotypus; auch sagt der Phaenotypus nichts darüber aus, ob ein Merkmal durch den Genotypus oder durch Außenfaktoren bedingt ist (El. S. 146). Weil man nicht daran denken darf, daß je einer phaenotypischen Eigenschaft ein einzelnes Gen entspricht, besteht kein Parallelismus zwischen Genotypus und Phaenotypus (El. S. 384). Die Eigenschaften einer Pflanze sind daher komplizierte Erscheinungen, zumal sie genotypisch durch positive Faktoren oder durch Hemmungsfaktoren bedingt sein können (El. S. 564). Merkmale werden als Reaktionen von oft sehr vielen selbständigen d. h. trennbaren Genen verwirklicht; sie müssen ausbleiben, wenn nicht alle notwendigen Gene in der betreffenden Zygote vorhanden sind. (El. S. 532).

Dem allen möchte ich hinzufügen, daß die Gene, bzw. die „genotypische Konstitution“ nicht nur auf Außenfaktoren reagiert, sondern auch auf die im Innern der Zellen gegebenen Baustoffe und auf den in den Arbeitsstoffen gegebenen Vorrat an Betriebsenergie; endlich auf die gegebenen Systembedingungen der Zellen. Aus diesen Reaktionen leitete ich die oszillierende Variation her; auch sie dürfte daher genotypisch bedingt, doch phaenotypisch verwirklicht sein.

In bezug auf die Korrelationserscheinungen bewegen sich die Gedanken JOHANNSENs (El. S. 379) in etwas anderer Richtung. Innerhalb reiner Linien „ist die Korrelation mehr als eine phaenotypische Erscheinung, sie ist genotypisch mitbedingt“; solche Korrelation ist erblich, sie gehört zur Reaktionsnorm der genotypischen Konstitution. Es handelt sich hier offenbar um eine verwickelte Frage; doch nicht nur die Korrelationen sind erblich, sondern vor allem die ununterbrochene Folge der ontogenetischen Bildungsstufen, darum müßte auch sie wenigstens genotypisch „mitbedingt“ sein.

Eine wichtige Frage scheint mir noch die zu sein: worin bestehen die genotypischen Unterschiede der zahlreichen reinen Linien einer Sippe bzw. einer Population? Zur oszillierenden Variation dürfen sie nicht gerechnet werden, denn diese, die in Reaktionen der Gene auf Innenfaktoren besteht, ist phaenotypischer Art. Wie aber sind die Sondergene der einzelnen reinen Linien entstanden? Schon durch diese Frage wird man auf die Möglichkeit einer Neubildung und eines Verschwindens von Genen hingeführt, ohne deren Zulassung wir auf jedes Verständnis der Mannigfaltigkeit der Organismen verzichten müßten.

9. Allogonie.

Unter Allogonie verstehe ich das, was in der botanischen Literatur dieses Jahrhunderts „Mutation“ genannt zu werden pflegt; ich habe mich des letzteren Wortes nicht bedient, weil es bereits vorher auf dem Gebiete der Paläontologie, die ich auch zur Biologie rechne, vergeben worden ist, und zwar in anderem Sinne.

Die Allogonie bedeutet somit eine Variation, aus der erbliche Abänderungen hervorgehen. Die in der Allogonie hervortretende Veränderung des Typus stellt kein labiles, sondern ein neues stabiles Gleichgewicht dar. Der Genotypus hat sich verändert. Allogonie gleicht dem Kaleidoskop in der Kombination der Gene, eine Gleichgewichtslage schlägt ohne Zwischenstufen um in eine andere. Daher die „sprungweise“ Abweichung der erblichen Neubildung von der Stammpflanze. Ob die Abweichung groß oder klein ist, tut nichts zur Sache; es kommt nur darauf an, daß sie vererbt wird. Allogonie beruht somit auf einer Änderung der Gene selbst oder der Kombination der Gene aus unbekannten inneren Ursachen. Die Allogonie kann auftreten durch Änderung der genotypischen Konstitution während der Ontogonie, also in einem Vegetationspunkt (Knospenallogonie), oder in der geschlechtlichen Fortpflanzung als genotypische Änderung der Zygote. In diesem Sinne äußert sich auch JOHANNSEN (El. S. 224; 637; 656).

BAUR (l. c. S. 288 ff.) hebt hervor, daß Allogonie eintritt, wenn die Reaktionsweise der Nachkommen eines Biotypus sich ändert. Hierbei entstehen oder vergehen Erbfaktoren ganz unabhängig voneinander; er hebt indessen hervor, daß mit Sicherheit nur „Verlustmutationen“ bekannt geworden sind. Auch JOHANNSEN spricht von Allogonie durch Verlust eines genotypischen Faktors (Biol. S. 651).

Ich habe in diesen Berichten (Jahrg. 1915 Heft 7) eine Knospenallogonie der Feuerbohne beschrieben, wobei der Vegetationspunkt der Hauptachse eines rotblühenden Exemplars einen Sektor abspaltete, dessen Seitenachsen sämtlich Blüten mit weißen Blumenkronen trugen und Samen mit weißer Testa hervorbrachten. Hätte ich es vermocht, bei allen diesen weißen Blumen Selbstbestäubung durchzuführen, so würde vermutlich aus allen eine weißblühende Rasse hervorgegangen sein; in Wirklichkeit blühte nur der größere

Teil der aus jenen weißen Bohnen erzogenen Pflanzen wieder weiß und trug weiße Samen, während eine Minderheit rote Blumen und bunte Samen hervorbrachte. Es ist anzunehmen, daß bei diesen letzteren Fremdbestäubung mit Pollen von rotblühenden Pflanzen stattgefunden hatte. Immerhin steckte die weiße Rasse in den Nachkommen der letzteren und wurde durch Abspaltung in der nächsten Generation wieder sichtbar. Jedenfalls war in den weißblühenden Infloreszensen bzw. Exemplaren die Reaktion rot eines das Anthocyan sonst liefernden Erbfaktors ausgeblieben.

Herr E. V. TSCHERMAK hatte die Güte, mich auf eine seiner Arbeiten aufmerksam zu machen (Über seltene Getreidebastarde, in Beiträge zur Pflanzenzucht Heft 3, Berlin 1913), worin er mitteilt (S. 56 bis 59), beim Hafer eine interessante Knospenallogonie mit konstanter Nachkommenschaft gefunden zu haben; ferner beobachtete auch er Knospenallogonie an *Azalea indica*. auf deren Vorkommen ich in meiner Arbeit gleichfalls hingewiesen habe.

Außer der Knospenallogonie können Allogonieen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung entstehen. In unserer theoretischen Betrachtung will ich dabei von allen Fällen absehen, die als Spaltung nach vorausgegangener Kreuzung in Verdacht kommen könnten, und nur an Allogonie aus reinen Rassen bzw. aus reinen Linien, also bei homozygoten Pflanzen, denken. JOHANNSEN bemerkt ausdrücklich (El. S. 300), daß auch bei der Fortpflanzung in reinen Linien (Gerste) eine Ausscheidung genotypisch differenter Individuen vorkommen könne.

Fassen wir die Allogonie durch Zeugung genauer ins Auge, so erhebt sich die Frage: nimmt eine solche Allogonie erst ihren Ursprung in der vollkernigen Zygote? Oder bereits in den halbkernigen Gameten, im Ei oder im Pollenkorn? Oder entsteht sie durch den Zeugungsakt selbst? Für das letztere scheint mir kein Anzeichen zu sprechen, zumal wir in der Knospenallogonie die Tatsache vor Augen haben, daß Allogonie auf ganz ungeschlechtlichem Wege entstehen kann. Ob daher die Ursache zur Bildung der Allogonie in der Zygote oder schon im Ei oder in der befruchtenden Spermie des Pollenschlauchs sich geltend machte, ist nicht zu entscheiden. Doch wenn das letztere der Fall wäre, so würde auch die Zeugungsallogonie nicht wesentlich von der Knospenallogonie verschieden sein, weil Ei wie Pollenkorn durch einen Wachstumsprozeß entstehen. Die Vermutung scheint nahe zu liegen, daß genotypische Änderung eines Biotypus in jeder zu Neubildungen geeigneten Zelle einer Pflanze auftreten kann. Andererseits weist JOHANNSEN (El. S. 420) darauf hin, daß die Reaktionsnorm einer

Zygote durch das Zusammentreten der in den Gameten vorhandenen Gene bestimmt wird.

Auf die von DE VRIES aus Samen der *Oenothera Lamarckiana* gezogenen erblichen Unterarten gehe ich hier nicht ein, da bei ihnen wohl kaum von einer Allogonie als erblicher Variation gesprochen werden kann. JOHANNSEN (El. S. 645) bemerkt dazu, hauptsächlich auf Grund der Untersuchungen von HERIBERT-NILSSON, daß *Oenothera Lamarckiana* keine andersgeartete Variabilität zeige, als andere fremdbefruchtete Pflanzen, d. h. Heterozygoten; DE VRIES' „Mutationen" seien daher nur „komplizierte Neukombinationserscheinungen" genotypischer Elemente, die schon vordem im Phaenotypus der Stammform vorhanden waren.

10. Phylogonie.[1])

Wir denken die in Isogonie sich vermehrenden reinen Linien, die Arten, die Gattungen, die Familien usw. als im Laufe der Erdgeschichte gewordene Scharen von Pflanzen. Wir meinen, daß die 10000 bekannten Kompositen von einer Urkomposite abstammen, die 8000 Orchideen von einer Urorchidee usw., und verwenden die uns in der Fortpflanzung reiner Linien und in Kreuzungen sicher bekannt gewordenen Tatsachen unter Zuhilfenahme vieler anderer, von denen das Vorkommen rudimentärer Organe die wichtigste ist, zur Konstruktion einer Phylogonie nach dem Vorbilde der Ontogonie. Einen stringenten Beweis für die Abstammungslehre gibt es nicht; weil wir aber von ihrer Richtigkeit so fest überzeugt sind wie von der gleichfalls unbeweisbaren Tatsache, daß die Gerade die kürzeste Linie swischen zwei Punkten ist, habe ich verschiedentlich die Abstammungslehre ein Axiom der Biologie genannt (z. B. in meinen Studien über die Laminariaceen, Kiel 1903). Ein Ausblick auf die Phylogonie in ihrem Verhältnis zu den neueren Ergebnissen der Vererbungslehre möge hier Platz finden.

Nachdem MENDEL die konstanten Beziehungen der Erbfaktoren zueinander und ihre Diskontinuität entdeckt hatte, gewinnt es jetzt den Anschein, daß diese Erbfaktoren oder Gene selbst konstant sind. Für die Variabilität eines einzelnen Erbfaktors läßt sich keine Tatsache anführen. Eine Abstammungslehre, die die fortschreitende Entwicklung und Umbildung des Pflanzenreiches dartun will, wird sich dann aber um den Nachweis bemühen

---

1) Man vergleiche hierzu die anziehende Darstellung der Abstammungslehre, die RICHARD HERTWIG in Band IV der „Kultur der Gegenwart" (1914) gegeben hat; auf Einzelheiten dieser Arbeit gehe ich nicht ein, da es mich zu weit führen würde.

müssen, daß nicht nur neue Beziehungen (Kombinationen) der Gene möglich sind, sondern daß zu den bisherigen neue Gene hinzutreten oder daß alte schwinden können, zumal seitdem wir wissen, daß die unter unsern Augen entstandenen Modifikationen und Oszillationen sich nicht vererben.

Nur um erbliche Abänderungen kann es in der Phylogonie sich handeln, und wie steht es um unser Wissen von diesen? Die Wissenschaft hat im kalten Lichte strengster Kritik und Selbstkritik zu prüfen; ohne Leidenschaft, ohne Voreingenommenheit irgendwelcher Art, ohne Vorliebe, ohne Wunsch, womöglich ohne irgendwelchen Glauben an Dinge, die nicht sicher beweisbar sind. Von letzterem sich zu enthalten, ist wohl das Schwierigste in unserem Trachten nach Verständnis der Natur. Dennoch werden Anschauung (Intuition) und Ideen trotz aller ihnen anhaftenden menschlichen Schwäche sich nie von der Wissenschaft lösen lassen. Wir bleiben daher stehen bei dem Satze: Es sieht so aus, als ob Phylogonie eine Wahrheit sei. Diese Annahme bildet eine Voraussetzung der biologischen Forschung.

Die isogen sich fortpflanzenden reinen Linien bleiben im Genotypus konstant; in der Allogonie tritt uns dagegen eine genotypische Änderung entgegen, um die allein es sich handeln kann. Nur durch sie kann die Verschiedenheit reiner Linien, können die Arten usw. entstanden sein.

Dafür, daß gewisse Gene erlöschen, besitzen wir eine Reihe von Erfahrungen. So entstand z. B. nach CORRENS (Die neuen Vererbungsgesetze, S. 60) *Linaria maroccana alba* durch Wegfall des Gens zur Farbstoffbildung, *L. m. rosea* durch Wegfall der Anlage für alkalischen Zellsaft. CORRENS sagt ausdrücklich, daß die Gene („Anlagen“) auch entfaltungsunfähig geworden sein können; ich möchte die Frage der Latenz hier nicht anschneiden, um nicht zu weitläufig zu werden. — Im oben erwähnten Beispiel der durch Knospenallogonie entstandenen weißblühenden Feuerbohne war das Gen für Anthocyan erloschen; in *Monotropa*, *Orobanche*, *Epipogon* sind die Gene nicht nur für Chlorophyllbildung, sondern auch für Laubblattbildung geschwunden. Wenn wir endlich das Samenkorn einer Pflanze töten, werden dadurch alle in ihm enthaltenen Gene vernichtet.

Wenn dagegen eine Pflanze bei Isogonie zahlreiche Samen hervorbringt, und wenn sich dies in der Generationenfolge wiederholt, kann dadurch eine Vermehrung von Genen in geometrischer Progression einsetzen. Doch es sind immer Gene der gleichen Beschaffenheit. Bei Einsetzen einer mit Allogonie verbundenen

Fortpflanzung sollte man auch das Auftreten neuer Gene von abweichender Beschaffenheit erwarten; allein wir kennen keinen derartigen, sicher beglaubigten Fall aus dem zurzeit vorliegenden Beobachtungsgebiet. Dies ist die härteste Kritik, die durch Tatsachen an der Abstammungslehre geübt wird: Denn wenn wir in den unsrer Beobachtung vorgekommenen Fällen von Allogonie nur ein Schwinden von Genen wahrnehmen, so muß dies zur Verkümmerung von Merkmalen und zum Rudimentärwerden führen (z. B. *Monotropa*), kann aber nicht zum Impuls für die Bildung neuer Merkmale werden; hierzu würde es der Erzeugung von Genen einer neuen Beschaffenheit bedürfen.

Die Abstammungslehre der Pflanzen hat eine Phylogonie der Gene zur Voraussetzung. Daß neben dem Schwinden von Genen sich aber auch neue Gene entwickeln, wird durch das Auftreten der Saugwurzeln von *Orobanche* und von *Cuscuta* nahegelegt. Nur im Experiment ist die Auffindung einer neuen Genenart noch nicht geglückt.

Dagegen ist wohl einer der glänzendsten Triumphe der experimentellen Biologie die Neukombination von Genen bei Kreuzung: So gelang es CORRENS (l. c. S. 44), experimentell beim Mais eine neue konstante Rasse, aus je einem Merkmal der beiden Eltern zusammengesetzt, aufzubauen.

CORRENS (l. c. S. 59) hat ferner gezeigt, daß, wenn bei einem Bastard eine ganz neue Eigenschaft auftritt, dies darauf beruhen kann, „daß die Entfaltung dieser einen Eigenschaft durch die Anwesenheit von zwei (oder mehr) Anlagen bedingt wird, die auf zwei verschiedene Eltern verteilt waren und erst im Bastard zusammen kamen.“

Auch JOHANNSEN (El. S. 380) sagt: „Kreuzung ist das wesentlichste Mittel, die genotypische Grundlage gegebener Korrelationen zu stören“ und führt weiter aus (El. S. 418), daß durch Kombination von Genen neue Reaktionsnormen konstruiert werden, also neue Grundlagen für Eigenschaften synthetisch hergestellt werden können, um schließlich in bezug auf Phylogonie zu dem Ausspruche zu gelangen (El. S. 688): „Mutation und Neukombination von Genen bei Kreuzungen bleiben als einzig sicher nachgewiesener Weg der Neubildung von Biotypen übrig.“

So weit etwa reicht unsere experimentelle Erfahrung. Ich möchte nur noch darauf hinweisen, daß die allgemeine Organisationshöhe eines Biotypus dabei nicht überschritten wird. Ohne ein Fortschrittsprinzip, wie schon NÄGELI und ASKENASY es forderten, wird eine Analogie zwischen Phylogonie und Ontogonie sich schwer aufrecht erhalten lassen.

11. Anpassung und natürliche Auslese.

Wir haben es zu tun mit einer Tatsache, der Anpassung, und mit einer Theorie, der Naturzüchtung, die beide zueinander in Beziehung zu setzen sind. Daß die Pflanzen, um leben zu können, ihren Standorten angepaßt sein müssen, wird niemand in Abrede stellen; und ebensowenig würde eine Pflanze lebensfähig sein, wenn ihre einzelnen Bestandteile einander nicht angepaßt wären. Eine nach Außen oder nach Innen nicht angepaßte Pflanze muß zugrunde gehen; hier tritt die Selektion ein in ihr ausmerzendes Recht.

JOHANNSEN (El. S. 203) erklärt die darwinistische Selektionslehre für grundfalsch und sagt (El. S. 216): „DARWINs Selektionslehre ist jetzt nicht mehr haltbar. Denn nicht nur sind DARWINs theoretische Voraussetzungen in bezug auf die Erblichkeit prinzipiell unrichtig gewesen, sondern seine Erfahrungen über Selektionserfolge konnten wegen fehlender Analyse überhaupt nicht richtig gedeutet werden.“ Er stützt sein Urteil darauf, (El. S. 161, 164, 185, 192). daß in reinen Linien keine Wirkung der Selektion nachgewiesen werden konnte, und daß sie nicht imstande ist, genotypische Unterschiede hervorzurufen; wo nicht schon Unterschiede vorhanden sind, habe die Selektion keine die Vererbarkeit beeinflussende Wirkung.

Nur wenn eine Allogonie (bzw. eine Neukombination von Genen) Selektionswert oder Selektionsunwert besitzt, d. h. wenn sie der Erhaltung und dem Leben der Pflanze nützt oder schadet, wird sie durch natürliche Selektion entweder bestehen bleiben oder ausgetilgt werden; nur das letztere ist wohl von Bedeutung. Alle Allogonien indes, die wir bis jetzt kennen lernten, sind kleine Schwankungen auf gleicher Organisationshöhe, die weder nützen noch schaden, so daß die Selektion hiernach nur als untergeordneter Hilfsfaktor in der Phylogonie des Pflanzenreichs in Betracht kommen könnte.

Schafft eine Allogonie für die Pflanze wirklich einmal eine Verbesserung ihrer Organisation für den Kampf ums Dasein, so ist damit eine Steigerung ihrer Anpassung gegeben. Doch immer wieder bleibt zu beachten, wie winzig bislang die von uns beobachteten oder experimentell erzielten Allogonieen sind. Es sind ganz kleine Sprünge vorwärts, rückwärts oder zur Seite, so klein, daß ein Selektionswert derselben sich schwer vorstellen läßt. Denken wir andrerseits an die scharfen Anpassungstypen, wie wir sie tausendfach kennen, die phyllodinen Acazien Neuhollands, den Ginster der Sahara, die Cacteen, die diesen so ähnlichen succulenten Arten der Gattung *Euphorbia*, die Parasiten und Saprophyten, so müßten wir z. B. in bezug auf letztere daran denken, daß sie eine sehr große Zahl von Allogonieen durchlaufen hätten, die „zufällig“ alle in der gleichen Richtung lagen, oder daß eine, einem Kugelcactus zum Verwechseln ähnliche *Euphorbia* sich vom beblätterten Grundtypus der Gattung, wie er noch in der durch die Sahara verbreiteten *E. Guyoniana* uns begegnet, sich durch einen allogenetischen Riesensprung abgesondert hätte. Beides ist gleich unwahrscheinlich; da wir aber einmal das unwiderstehliche Bedürfnis haben, zu „erklären“, werden wir nach einer anderen Erklärungsmöglichkeit Ausschau halten. Immer wieder wird dabei unser Blick fast magnetisch durch das Lamarck'sche Prinzip gefesselt.

Gegen den Lamarckismus läßt sich vieles einwenden, und die Autoren auf dem Gebiete der neueren Erblichkeitslehre sind ihm nicht günstig gestimmt. Ich erwähne nur JOHANNSEN, welcher ausführt (El. S. 430, 432, 447, 541 und sonst), daß das Milieu nachgewiesenermaßen noch nie eine erbliche Umprägung hervorgebracht habe; das vermeintliche Tatsachenmaterial des Neu-Lamarckismus könne nicht vor der Kritik exakter Erblichkeitsforschung bestehen; die Revue der experimentellen Tatsachen gebe durchaus keinen Anhaltspunkt für die Lamarckistische Lehren oder für die Mneme-Spekulationen; die Lamarckistische Auffassung einer durch „Anpassung“ oder durch „direkte Bewirkung“ allmählich vorgehenden Typenverschiebung sei mit dem „Mendelismus“ unvereinbar. — Das mag alles zugegeben werden; dennoch stehen wir auch darin einer nicht zu bezweifelnden Tatsache gegenüber, daß die Neuholländer, die Wüstengewächse, die Cacteen, die succulenten Euphorbien usw. in Beziehungen zum „Milieu“ stehen, zu Standort und Klima; woran auch durch die andere Tatsache nichts geändert wird, daß die genannten Xerophyten bei Kultur in einer feuchten, mäßig warmen Umgebung ihren Artcharakter keineswegs ändern. Durch letztere Tatsache wird nur bewiesen, daß die Arteigenschaften jener Pflanzen keine „Modifikationen“ vorstellen, sondern als genotypisch fest begründet anzusehen sind.

Auch JOHANNSEN räumt ein (El. S. 425), „daß wenigstens durch einige — leider noch näher zu bestimmende — äußere Beeinflussungen, unter „günstigen“ — leider noch näher zu erforschenden — Umständen genotypische Änderungen hervorgerufen werden können. Über die Frage, welche Beeinflussungen und welche Umstände hier Bedeutung haben, wissen wir kaum etwas allgemeines zu sagen". S. 433 weist er darauf hin, daß „die Kombination genotypischer Elemente, die Konstruktion bestimmter Biotypen mittels planmäßiger Kreuzung der Weg zur Erreichung eines besseren Angepaßtseins des Weizens zum nordischen Winter" sei; S. 456, daß Störungen des Genotypus durch Einwirkung von Hitze hervorgerufen werden können; S. 618, daß die Möglichkeit einer Beeinflussung des Genotypus durch Außenfaktoren immerhin vorhanden sei, während er S. 428 sagt, die Frage der Entstehung des Angepaßtseins in der Natur sei eine ganz offene.

Die experimentelle Analyse des Zustandekommens der Anpassungen ist bislang nicht geglückt; es bleibt somit als Provisorium, als Scheinwerfer für den künftigen Weg der Forschung nur die logische Analyse übrig. Wir wollen hierbei davon ausgehen, daß der Genotypus beständig, der Phaenotypus unbeständig ist; finden wir bei Pflanzen ein beständiges Element der Gestalt, so beruht diese Beständigkeit auf genotypischer Konstitution. Modifikationen werden nicht vererbt; in ihnen zeigt sich die Reaktion der Gene auf Außenfaktoren. Die Außenfaktoren wirken somit als Reize auf den Genotypus, die Modifikationen werden durch diese Reize ausgelöst. Wenn uns nun ein Widerspruch zu bestehen scheint zwischen der Unbeständigkeit der Modifikationen und der Beständigkeit der genotypisch fixierten Anpassungen, in denen doch auch ein festes Verhältniß zu den Außenfaktoren besteht, so zeigt dies meines Dafürhaltens, daß wir an der Grenze der Leistungsfähigkeit unserer Experimente angelangt zu sein scheinen. Das Experiment ist und bleibt nur eine Methode der Beobachtung; Allmacht zur Lösung der Probleme wohnt ihm nicht bei. Darum müssen wir, vom Experiment ausgehend, den Blick über die Grenzen des durch das Experiment zu Erreichenden auch einmal hinausschweifen lassen in eine weite, rückwärts liegende Ferne.

Dabei scheint mir folgendes nicht undenkbar zu sein. Eine hygrophile Pflanze gelangte einmal unter lauter Xerophile an den für diese geeigneten Standort, ohne im Kampf ums Dasein mit den Xerophyten überwuchert und erdrückt zu werden. Bei der Fortpflanzung erzeugte der Reiz der Außenfaktoren eine reaktive Modifikation, die selbstverständlich nicht erblich war. In der nächsten Generation wirkte der gleiche Reiz, vielleicht verstärkte er sogar die erste Modifikation ein wenig. In der Gestalt der Modifikation war die Pflanze existenzfähig, und nun wurde die an sich rückgängig zu machende Abänderung Jahr für Jahr ein Jahrtausendlang, vielleicht unter zunehmender Verstärkung, durch das „Milieu" ausgelöst; und während die einmal oder zweimal oder zehnmal hervorgerufene Modifikation bei Aufhören des Reizes sofort in die Grundform zurückgeschlagen wäre, hatte die tausendjährige Reizung im gleichen Sinne den Erfolg, daß die durch den Reiz entstandene Modifikation erblich, also genotypisch fixiert wurde. Es käme somit neben den Außenfaktoren auch der Zeitfaktor in Betracht, und wenn dieser in einer dem Experiment unzugänglichen Dauer wirkt, würde es zu erblichen Modifikationen, zu beständigen Anpassungsformen kommen können.

Ich muß gestehen, daß diese Hypothese der säkularen Reizwirkung mir für das Zustandekommen der Anpassungstypen näher zu liegen scheint als die andre, daß Allogonie und Neukombination von Genen bei Kreuzung unter Mitwirkung von ausmerzender Selektion die alleinigen Ursachen der Mannigfaltigkeit im Pflanzenreiche seien. Allerdings wird in letzterer Hypothese die Unveränderlichkeit der Gene gewahrt, aber doch auch die Entstehung sowohl neuer Genenkombinationen wie neuer Gene gefordert. Bei der ersten Hypothese könnte man auch mit der allmählichen Neubildung von Genen auskommen; man könnte aber auch annehmen, daß die Gene nicht absolut unveränderlich sind. Wenn letzteres als in Widerspruch stehend mit dem „Mendelismus“ angesehen wird, so kann man darauf erwidern, daß auch durch ein Jahrtausend durchgeführte gleichsinnige Kreuzungsexperimente nicht vorliegen und undenkbar sind. Die Unmöglichkeit der hier vertretenen Form der Lamarckistischen Hypothese läßt sich in keinem Falle durch Experimentalforschung nachweisen. Doch es ist nur eine Hypothese und besitzt den relativ geringen Wert aller Hypothesen. Sicherer geht man natürlich, wenn man sagt: wir wissen nichts über den Grund der Mannigfaltigkeit des Pflanzenreichs und seiner Anpassungsformen.

12. Anhang: Das Leben.

Unter Kraft im allgemeinen verstehen wir, wie bereits oben ausgeführt wurde, die Fähigkeit, etwas zu wirken; sie geht aus von einem Substrat, um sich auf ein anderes zu richten. Energie ist die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten; sie strömt aus einem materiellen System höherer Spannung in ein solches niederer Spannung, um sich hier anzuhäufen bzw. um Arbeit zu verrichten. Gene sind die Fähigkeit, im lebendigen Organismus etwas zu bilden; sie sind mit organisierter Masse verbunden und wirken auf stoffliche Massen, um sich hier geltend zu machen (Bildung von Chlorophyll, von Anthocyan, von Enzymen; Gestaltung gezähnter oder ungezähnter Blattränder usw.). Insofern sind die

Gene dem Chemiker vergleichbar, der eine Synthese ausführt, oder dem Künstler, der eine Form aus Metall ciseliert. Sie besitzen daher eine gewisse Analogie zu den geistigen Kräften des Menschen, natürlich nur eine entfernte Analogie, da ihnen das Bewußtsein ihrer Leistungen fehlt. Diese Kräfte unterhalten durch ihre Beziehungen zueinander das Leben des Organismus; denn in diesem steht jeder Teil zu jedem andern und zum Ganzen in Wechselbeziehung, wie in einer komplizierten Maschine. In letzterer sind auch Form und Größe der einzelnen Teile von Bedeutung, und daß ein gleiches von der Pflanze, der Zelle gilt, ist nicht zu bezweifeln. Darum entsprechen den „Maschinenbedingungen", durch welche die Betriebsenergie der Maschine gerichtet, gelenkt und transformiert wird, die Systembedingungen des Organismus, und sofern von diesen eine Wirkung ausgeht, kann man auch von Systemkräften[1]) sprechen. Die Analogie zwischen Maschine und Organismus hört auf bei den Genen, die es in der Maschine nicht gibt.

Auf der 83. Versammlung der British Association for the advancement of science (Birmingham 1913) hielt ich einen Vortrag über die Grundlagen des Lebens, von dem ein Referat auf S. 705 des Berichts unter der Überschrift: On the Nature of Life gegeben ist. Ich glaube, daß es für diese Abhandlung nicht überflüssig ist, wenn ich in Kürze meine damaligen Ausführungen hier wiedergebe.

Eine lediglich mechanische[2]) Erklärung des Lebens läßt sich in der Gegenwart nicht mehr aufrecht erhalten; die Annahme einer bloß mechanischen, der Analyse widerstrebenden Höhe der Komplikation des Organismus kann nicht befriedigen. Das Leben ist mehr als ein Sonderfall anorganischen Geschehens. Trotzdem ist es Aufgabe der Physiologie, an erster Stelle die Physik und die Chemie des Organismus zu erforschen. Doch hierbei ergibt sich ein Rest, der den physikalischen und chemischen Untersuchungsmethoden unzugänglich bleibt; ein X, das sich weder mit dem Mikroskop, noch „mit Hebeln und Schrauben", noch mit chemischen Reagentien feststellen läßt. Darum vermag ich die lebende der leblosen Substanz nicht einzuordnen, obwohl es gewiß ist, daß die

---

1) Vgl. J. **REINKE**, Einleitung in die theoretische Biologie. II. Aufl., S. 184.

2) Ich verstehe das Wort „mechanisch" hier im naturwissenschaftlichen Sinne, nicht in dem Sinne, den ihm einige Philosophen beigelegt haben; von den Naturwissenschaften, selbst von der Physik, bildet die Mechanik nur einen Teil.

Energiegesetze so gut im Lebewesen wie in der leblosen Natur gelten, daß Stoffwechsel und Energiewechsel der Organismen von ihnen abhängen.

Das Leben gründet sich auf Umwandlung von Energie, die in energetischen Elementarprozessen geschieht, und diese Elementarprozesse sind gebunden an Elementarmechanismen in den Zellen der Tiere und Pflanzen. Die Elementarprozesse bzw. Elementarmechanismen sind aber nicht ordnungslos durcheinander gewürfelt im lebenden Körper; sie werden vereinigt durch ein unsichtbares Band, das die Ordnung zwischen ihnen aufrecht erhält, und diese eigenartige Verkettung der Elementarprozesse bildet den Gegensatz zu den Vorgängen in der unbelebten Natur; ich will sie das Lebensprinzip nennen. Die Elementarprozesse sind der physiko-chemischen Analyse zugänglich; das Lebensprinzip ist es nicht. Jene stellen die eine Seite des Lebens dar, dieses die andere. Durch das Lebensprinzip sind die Elementarprozesse verbunden zu einer lebendigen Einheit, dem Individuum; das Individuum vermag sich in der Fortpflanzung zu verjüngen und zu vermehren. In der Ontogonie sind die einzelnen Entwickelungsphasen, unbeschadet entwickelungsmechanischer Vorgänge, durch das Lebensprinzip miteinander verknüpft. Jeder Elementarprozeß ist etwas Selbständiges, für sich Vorstellbares; nicht so das Lebensprinzip. Dies zeigt lediglich die Beziehungen zwischen den Elementarprozessen bzw. Elementarmechanismen; daher ist es ein Gesetz, das gleich allen Gesetzen unsichtbar und untastbar bleibt. Seine geordnete Wirksamkeit schließt einen zufälligen Zusammenhang zwischen den Elementarprozessen aus, darum hat das Leben so gut seine Gesetze wie das Licht, die Wärme, der Chemismus; was natürlich nicht hindert, daß die physiko-chemischen Gesetze Geltung besitzen in den Elementarprozessen des Lebens. Damit ist jeder mystischen Auslegung des Lebensprinzips die Spitze abgebrochen. Es besitzt aber auch keinerlei Ähnlichkeit mit der Energie; es ist ein Prinzip der Folge, der Ordnung, der Regulierung, der Harmonie. —

Ich möchte hinzufügen, daß ein organisiertes Gebilde, ein Lebewesen, nur einer begrenzten Zahl innerer Zustände, die im Gleichgewicht zueinander stehen, fähig zu sein scheint. Diese Zustände können, wie die Bilder im Kaleidoskop, einer sprungweisen Veränderung unterliegen, durch die eine Diskontinuität zum Ausdrucke gelangt. Wir würden das Lebensprinzip dann einer Kette vergleichen dürfen, die in allen Richtungen und in Verzweigung den Organismus durchzieht; Glieder der Kette könnten bei der Zeugung als Gene sich voneinander lösen.

Das Hinkende aller Vergleiche gelangt in solchen Bildern zum Ausdrucke; man fragt sich, ob sie überhaupt von Nutzen sind. Unter diesem Eindrucke schließe ich mit folgendem Worte M. RUBNERs (Kraft und Stoff im Haushalt der Natur, S. 170): „Es ist unverständlich, wie man in der Neuzeit immer wieder das Bestreben betont, das Lebende ausschließlich der Erscheinungsweise des Leblosen unterzuordnen und in dessen Formen zu zwängen. Wozu ist es notwendig, in infinitum nach Parallelen aus dem Gebiete der unbelebten Natur zu suchen? Auch wer das Walten von Kraft und Stoff gelten läßt, darf in dem Lebenden eine Naturerscheinung für sich sehen“.

Eine Anschauung von dem, was Leben ist, haben wir alle, jedermann kennt den Unterschied zwischen einem lebendigen und einem toten Sperling; eine Definition von Leben zu geben, wäre vergebliches Bemühen.

6. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze.

Nr. 2: Über orangefarbige Hydathoden bei *Ficus javanica*.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 9. Februar 1916.)

Gelegentlich meiner Besuche in den Gewächshäusern von Schönbrunn (Wien) fielen mir auf der Oberseite der Blätter von *Ficus javanica* orangegelbe Punkte auf, die sich sehr eigenartig ausnahmen. Wie ich gleich vorgreifend bemerken will, handelt es sich um Hydathoden, wie sie ja auch an den Blättern anderer *Ficus*-Arten vorkommen; das, was aber speziell die Hydathoden unserer *Ficus*-Art auszeichnet, ist die ganz ungewöhnliche, meines Wissens bisher an keiner Hydathode beobachtete Färbung. — Die orangegelben Punkte sind über die Oberseite des Blattes unregelmäßig zerstreut. Ihre Zahl schwankt je nach der Größe des Blattes sehr bedeutend. Ich zählte an 9 Blättern eines Sprosses je 39, 20, 16, 23, 22, 30, 24, 22 und 23 Punkte. —

Ihre Gestalt ist verschieden. Gewöhnlich sind sie nicht genau kreisrund, sondern meist abgerundet oder unregelmäßig polygonal. Der Durchmesser beträgt etwa $^1/_3$ — $^1/_4$ eines Millimeters. —

Quer- und Flächenschnitte lassen den Bau dieser sonderbaren Organe leicht erkennen.

Der Querschnitt des Blattes besteht aus einer 2schichtigen oberen und einer 1schichtigen, zystolithenführenden unteren Epidermis. An die obere Oberhaut reiht sich ein schmales Band von relativ kleinzelligem Palisadenparenchym und darunter eine ziemlich dicke Schicht von Schwammparenchym.

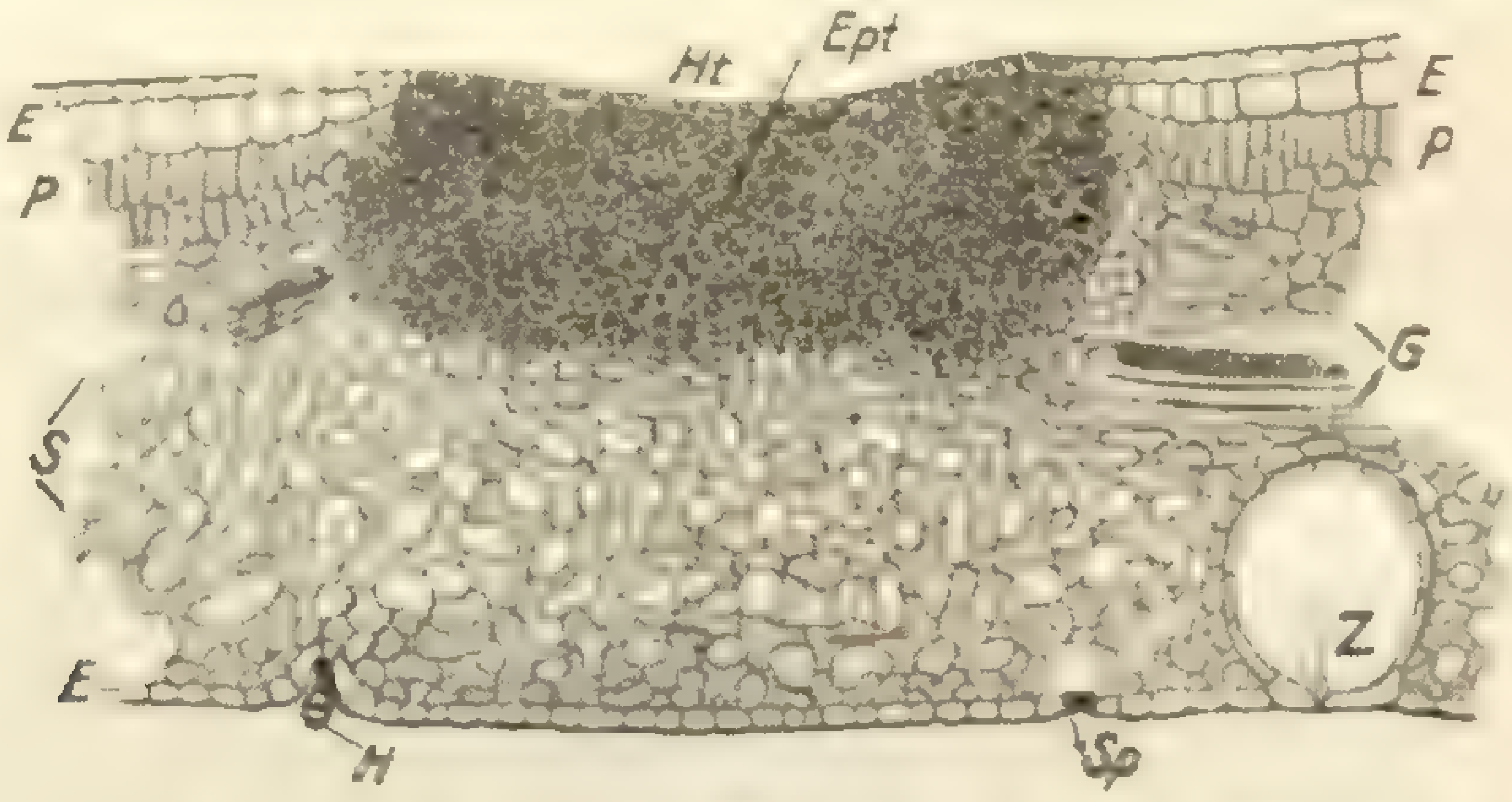


Abb. 1. Querschnitt durch das Blatt von *Ficus javanica.* E Epidermis, P Palisadenparenchym, S Schwammparenchym, Z Zystolith, H Haar, Ht Hydathode mit orangefarbigem, carotinreichem Epithem Ept und Gefäßbündel G.

Da, wo die orangegelbe Hydathode liegt, erleidet dieser Bau des Blattes einige Abänderungen. Die Epidermis ist hier nur mehr einschichtig und kleinzelliger und darunter liegt, dem orangegelben Fleck entsprechend, ein aus vielen Zellagen (etwa 13—18) bestehendes Gewebe, dessen parenchymatische, ziemlich kleine Zellen mit orange-

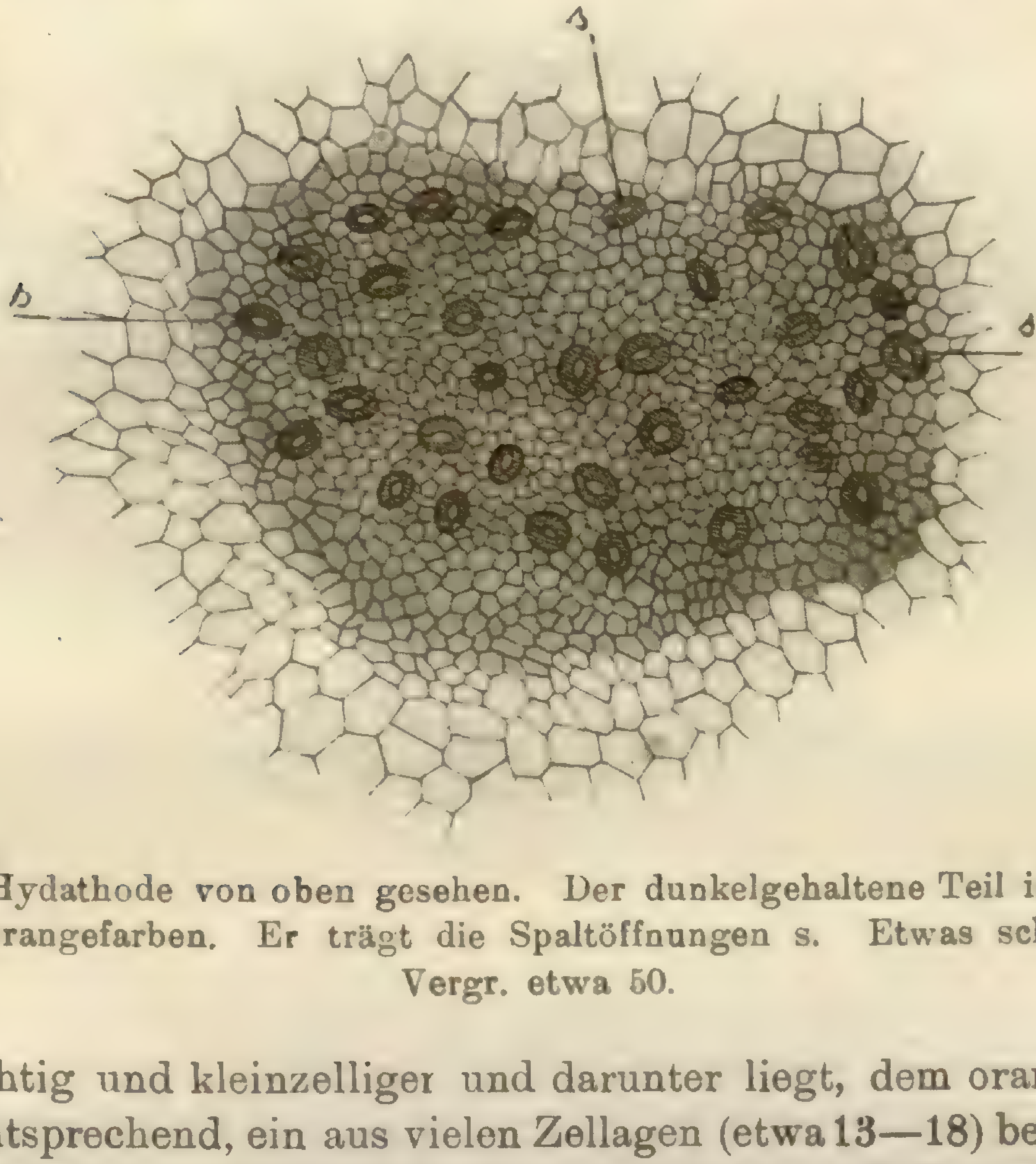


Abb. 2. Hydathode von oben gesehen. Der dunkelgehaltene Teil ist in Wirklichkeit orangefarben. Er trägt die Spaltöffnungen s. Etwas schematisiert. Vergr. etwa 50.

roten Körperchen erfüllt sind. Das Palisadenparenchym fehlt an dieser Stelle, an seiner Statt liegt das orangefarbige Gewebe, das als Epithem der Hydathode anzusprechen ist. An ganz jungen, sich aus der Knospe hervorschiebenden Blättern sind die Hydathoden farblos, erst später färben sie sich orange. An passenden Schnitten sieht man nicht selten an das Epithem die zarten Spiralgefäße eines Gefäßbündels sich anlegen. — Abb. 1 u. Abb. 3.

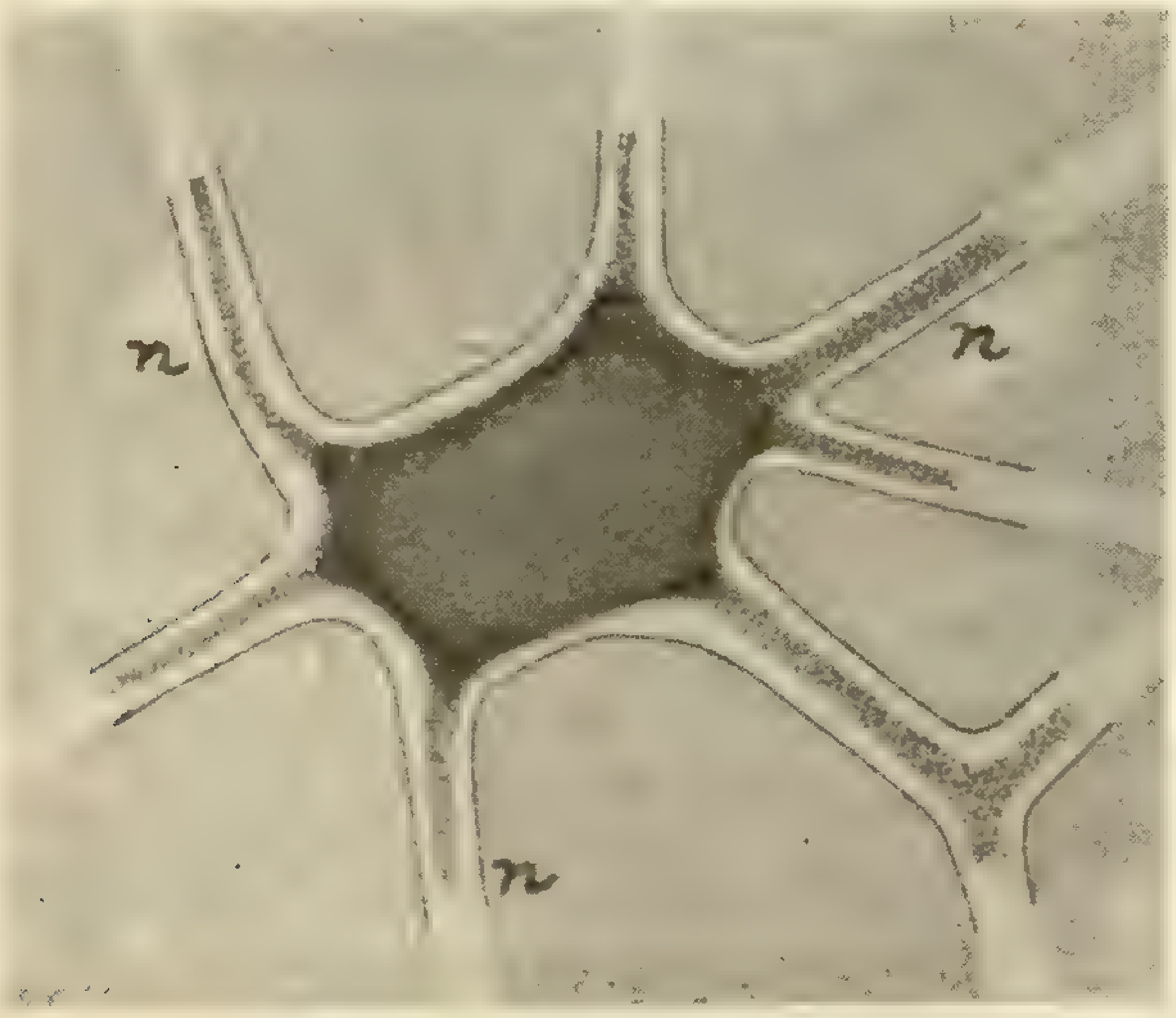


Abb. 3. Hydathode von oben gesehen, mit den anschließenden, wasserzuführenden Nervaturenden n. Vgr. 30. Schematisiert.

Der Sachverhalt tritt besonders klar auf der Flächenansicht hervor, denn hier zeigt sich, wie die Gefäßbündelendigungen von mehreren Seiten auf den orangefarbigen Fleck zustreben.

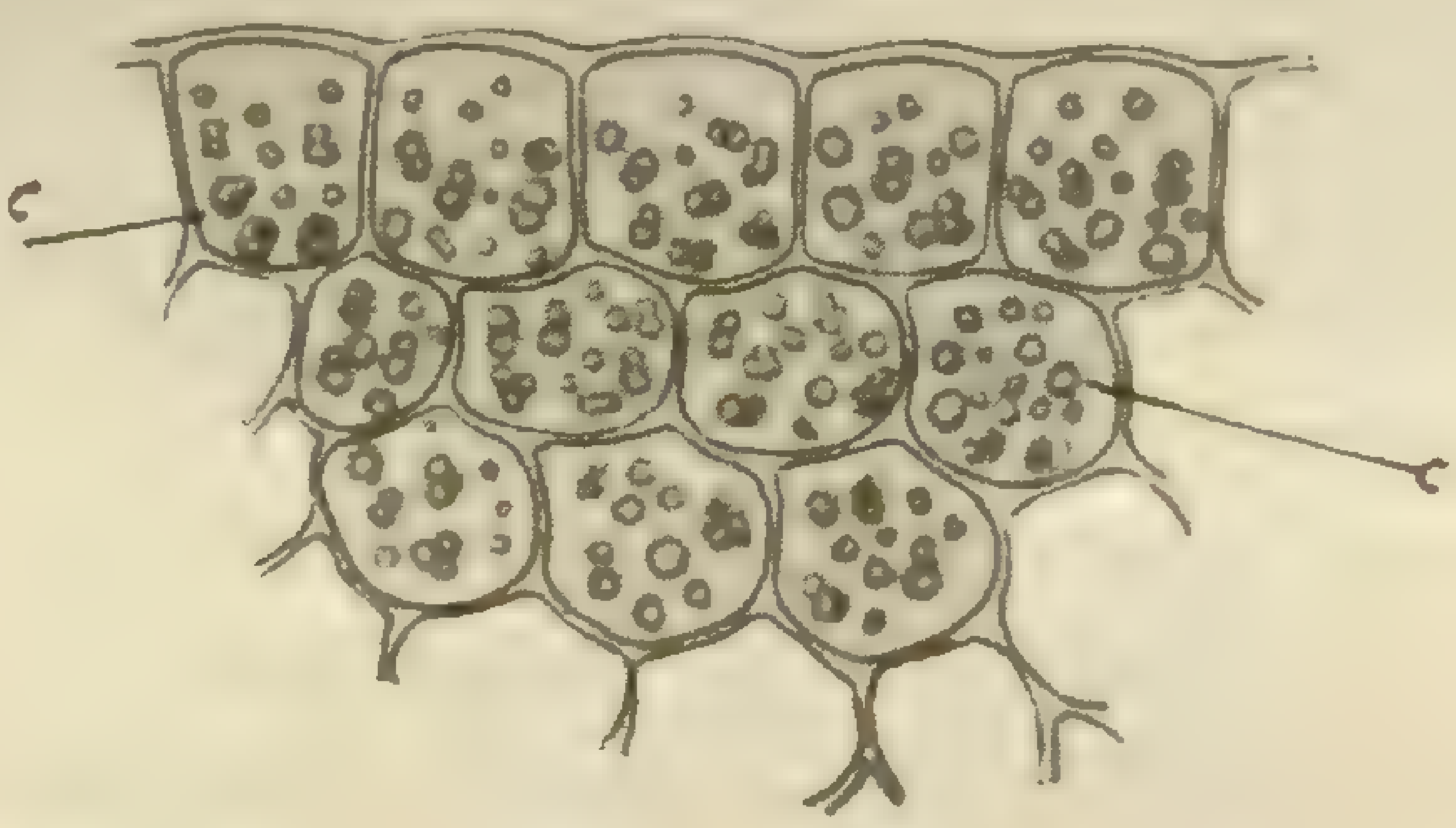


Abb. 4. Ein Stück des Querschnittes der Hydathode. Die Epidermis und die Epithemzellen sind von orangefarbigen Carotinkörperchen c erfüllt. Vgr. 550.

Auf der Oberseite der Epidermis finden sich gewöhnlich keine Spaltöffnungen vor, der orangegelbe Fleck aber bildet eine Ausnahme. Hier und nur hier treten Spaltöffnungen in größerer Zahl auf. Abb. 2.

Der Bau dieser orangeroten Flecke deutet schon darauf hin, daß man es hier mit Hydathoden zu tun hat, denn er stimmt mit dem Hydathodenbau bei anderen Artocarpoideen ziemlich überein, nur fehlt diesen das auffallende Pigment.

Ich habe mich übrigens durch Kultur der Pflanze im dampfgesättigten Raum davon überzeugt, daß die gelben Flecke namentlich an jungen Blättern tatsächlich Wassertröpfchen ausscheiden, also als Hydathoden wirken. —

Die orangerote Farbe der Epithemzellen wird hervorgerufen durch zahlreiche rundliche, unregelmäßige oder krümelige Körperchen von tief orangeroter Farbe, die sich im Zellinhalt befinden. Abb. 4. — Sie sind unlöslich im Wasser und Glyzerin, löslich in Alkohol und Äther und werden durch konzentrierte Schwefelsäure langsam blauviolett, mit konzentrierter Salpetersäure rasch vorübergehend blauviolett und dann farblos, mit Jodchloralhydrat entstehen zunächst orangefarbige Tröpfchen, die sich bald indigblau färben. Mit Jodjodkaliumlösung färben sie sich ähnlich.

Bromwasser und Bromdampf färbt die Körperchen rasch vorübergehend blau. Ähnlich wirkt konzentrierte Salzsäure, die etwas Phenol beigemischt enthält. —

Nach den angeführten Reaktionen kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die fraglichen orangeroten Körperchen, die die auffallende Färbung der Hydathoden bedingen, aus Carotin (im Sinne eines Gruppenbegriffs) bestehen.

Die im Pflanzenreiche bisher beobachteten Hydathoden zeigen keine besondere Färbung; sie unterscheiden sich in der Farbe von der Umgebung nicht oder sie erscheinen höchstens, wie dies bei Artocarpoideen oft zu sehen ist, heller oder farblos. Eine höchst auffallende Ausnahme in dieser Beziehung bilden die eben beschriebenen Hydathoden von *Ficus javanica*. Die Ursache ihrer Färbung ist Carotin, der Zweck ihrer Färbung erscheint mir rätselhaft[1]).

Nr. 3. **Über den braunen Farbstoff „goldgelber" Weinbeeren.**

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

Bei verschiedenen Weinstockrassen kann man beobachten, daß die reifen grünlichen Beeren an der dem Lichte zugewendeten Seite hell- bis dunkelbraun gefärbt sind, während die Schattenseite der

---

[1]) Die Blattunterseiten von *Ficus javanica* zeichnen sich durch einen Stich ins Orangefarbige aus. Die Ursachen dieser Färbung sind dieselben Carotinkörper wie die der Hydathoden. Diese Körper liegen in 2—4 Zellagen des subepidermalen Parenchyms.

Beeren hellgrün erscheint. Die braune („goldgelbe“) Farbe ist zweifellos durch das intensive Sonnenlicht hervorgerufen. Der braune Fleck ist gewöhnlich scharf begrenzt, er reicht nur so weit als das volle Sonnenlicht zur Beere Zutritt hat, da, wo die gegenseitige Beschattung der Beeren beginnt, wird die braune Farbe durch die hellgrüne der Beere abgelöst. Solche Beeren sind deutlich gefleckt, die braune „Backe“ entspricht der Fläche intensiver Beleuchtung. Abb. 1.

Quer- und Flächenschnitte durch die Haut lehren, daß die braune Farbe durch einen braunen Körper hervorgerufen wird und daß dieser in der Epidermis und den allernächsten, knapp darunterliegenden Zellagen seinen Sitz hat. Abb. 2—3. —

Die Oberhaut besteht ebenso wie das subepidermale Gewebe aus sehr flachen polygonalen Zellen. In vielen finden sich in der Ein-, Zwei- oder Mehrzahl kugelige, elliptische, eiförmige oder unregelmäßige Ballen, die entweder farblos oder von hell- bis dunkelbrauner Farbe sind. Sie füllen häufig einen großen Teil der Zelle aus und bestehen aus einer festweichen, meist amorphen Substanz. Selten lassen sie eine radiär gestreifte (krystallinische?) Struktur erkennen. Zwischen den farblosen und stark braunen Ballen lassen sich viele Übergänge beobachten und schon der bloße Anblick derartiger Präparate drängt dem Beobachter die Überzeugung auf, daß die braunen Inhaltskörper aus den ähnlich geformten farblosen entstehen. Diese braunen Ballen verursachen die braune, sogenannte goldgelbe Färbung der stark belichtet gewesenen Beeren.

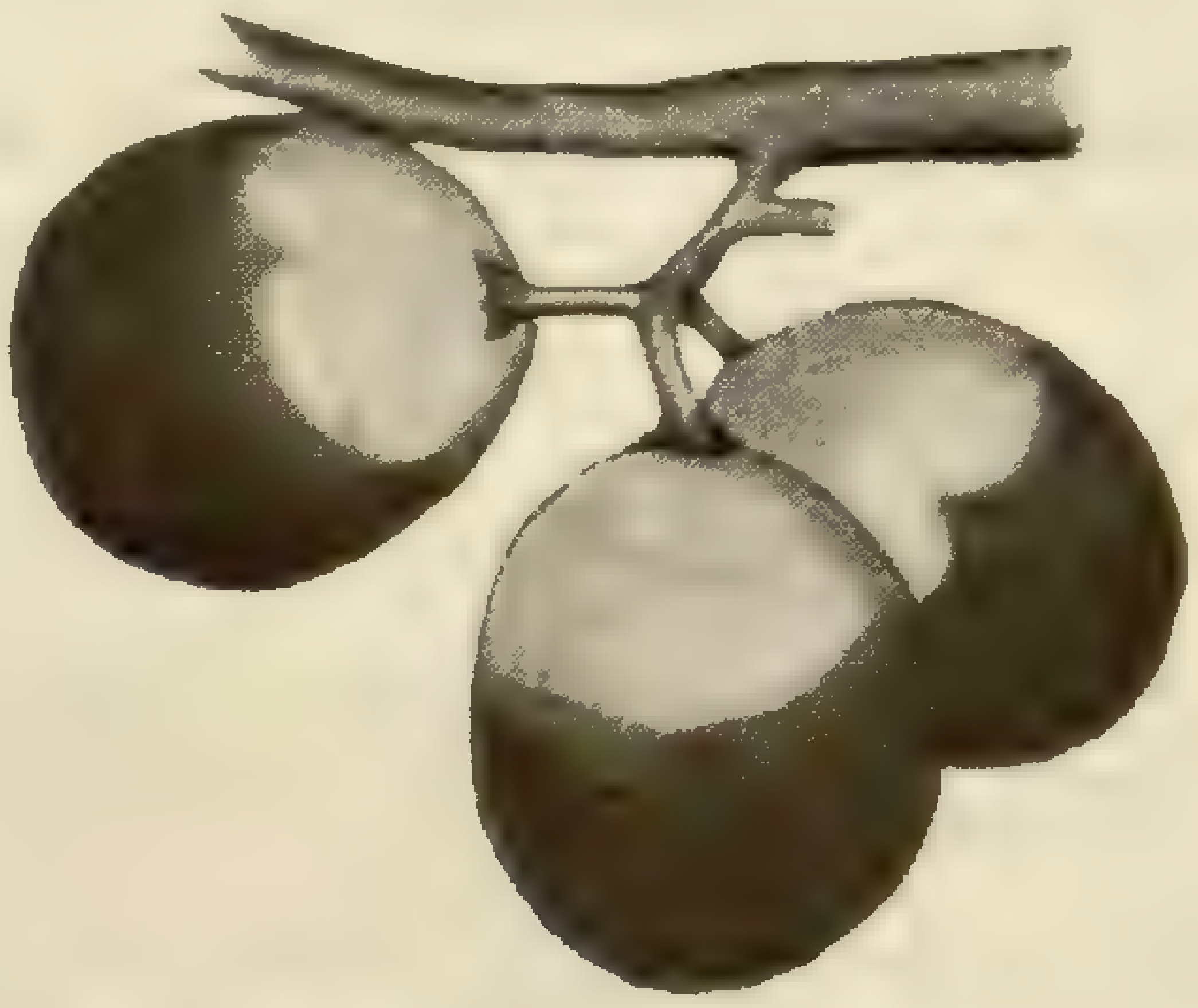


Abb. 1. Drei Weinbeeren, deren braune (dunkle) Färbung unter dem Einflusse starker Belichtung entstanden ist. Nat. Gr.

Finden sich keine scharf begrenzten Ballen vor, so kann derselbe Körper als eine ziemlich homogene bräunliche Masse das ganze Zellumen ausfüllen. —

Die braunen und farblosen Inhaltskörper werden, mit Eisenvitriollösung behandelt, schwarzblau, mit Eisenchloridlösung schmutzigblau oder schmutzigbräunlich, mit Kaliumbichromatlösung noch tiefer braun.

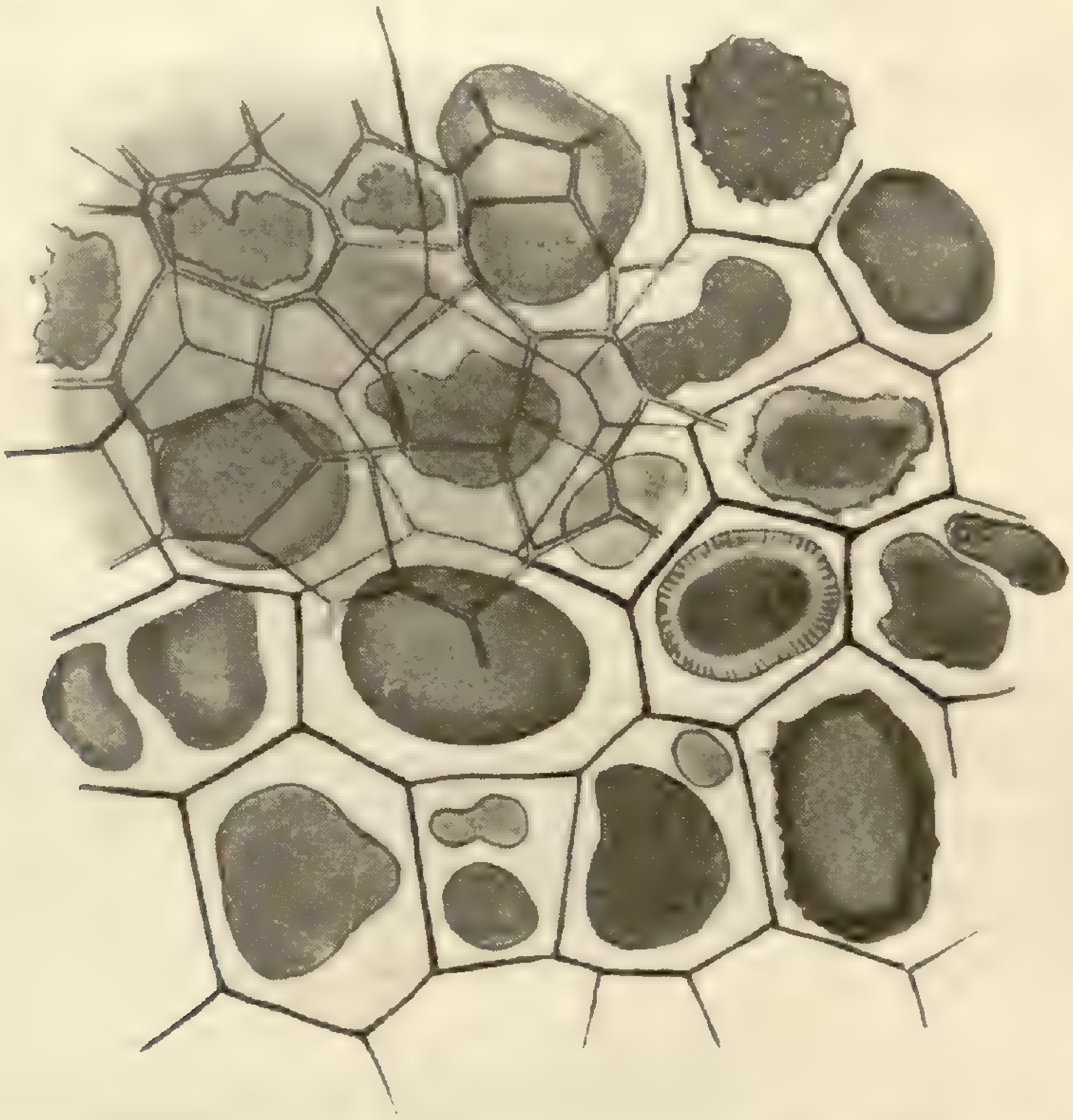


Abb. 2. Flächenansicht der Weinbeerenhaut. Die Zellen sind mit flachen, braunen Gerbstoff-Phlobaphenballen erfüllt. Vgr. 350.

Mit Neutralrot färben sie sich stark rot, mit 1 prozentiger Goldchloridlösung blau bis violett. In kaltem und heißem Wasser, Glyzerin und in Alkohol sind sie unlöslich, in verdünnter Salz- oder verdünnter Schwefelsäure bleiben sie anscheinend ziemlich unverändert.

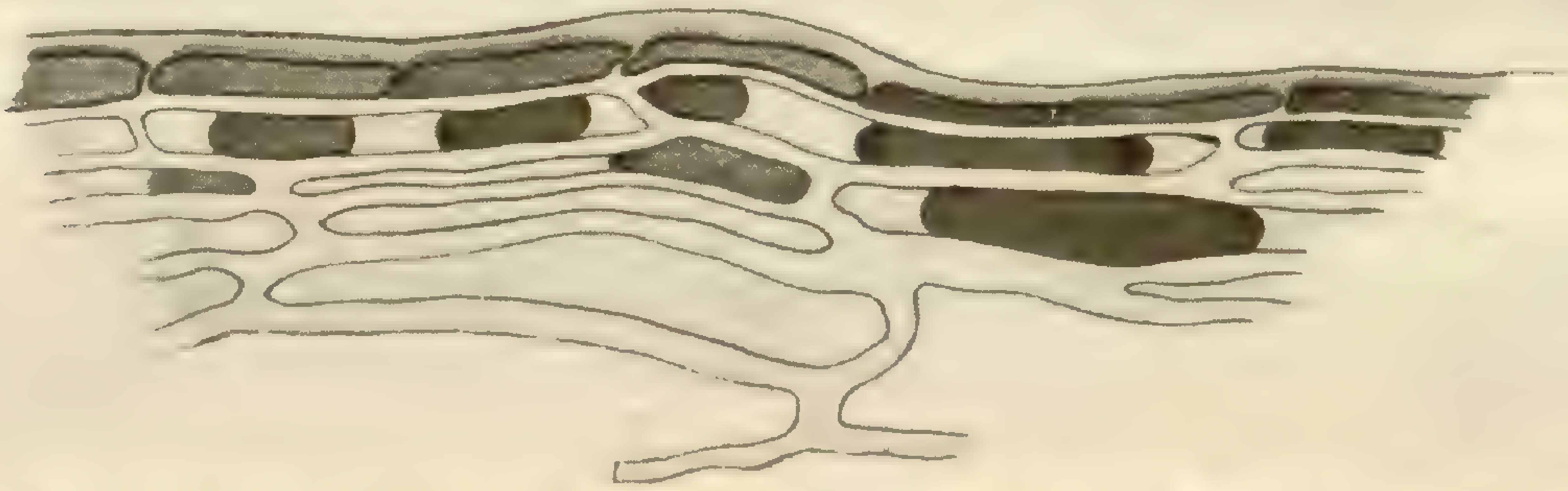


Abb. 3. Querschnitt durch die Beerenhaut. Epidermis- und subepidermale Zellen mit flachen Gerbstoff-Phlobaphenballen. Vgr. 550.

Die angegebenen Eigenschaften deuten auf Gerbstoff und die Art des Auftretens in fast weichen Ballen, die sich mit zunehmender Braunfärbung immer mehr zu verdichten scheinen, machen es sehr wahrscheinlich, daß der Gerbstoff unter dem Einfluß intensiver Belichtung allmählich Veränderungen erleidet und schließlich das daraus resultiert, was man als Phlobaphen zu bezeichnen pflegt. Bekanntlich bilden sich durch Sauerstoffaufnahme in den Rinden, im Kernholz und anderen Geweben aus Gerbstoffen eigenartige braunrote Farbstoffe, die Phlobaphene genannt werden.[1])

Ursprünglich sind ihre Muttersubstanzen gewöhnlich im Zellinhalt gelöst, werden aber postmortal oft von den Zellhäuten absorbiert und mit großer Zähigkeit festgehalten. Das Chinarot, Eichenrot, Filixrot, Kinorot und Katechurot gehören hierher.

Bei unseren Weinbeeren läßt sich der allmähliche Übergang von Gerbstoff zu dem phlobaphenartigen braunen Inhaltskörper schrittweise beobachten. Ursgrünglich enthalten alle oder fast alle Zellen der Beerenhaut Gerbstoff gelöst im Zellinhalt. Behandelt man einen Schnitt mit 1proz. Antipyrin- oder Koffeïnlösung, so tritt alsbald reichlich ein feinkörniger Niederschlag auf, wie das bei gerbstoffhaltigen Zellen so häufig der Fall ist. Aus dem Gerbstoff bilden sich unter dem Einfluß direkten Sonnenlichtes zunächst noch farblose, etwas stärker lichtbrechende, meist kugelige Massen, die sich immer mehr und mehr braun färben und aus dem flüssigen in den festweichen Zustand übergehen. Der Inhalt der noch nicht braungefärbten Zellen reagiert mit dem LINDTschen Reagens (Vanillin-Salzsäure), er wird rot, die braunen Ballen aber reagieren kaum darauf und da sie auch mit Kalilauge sich nicht grün, blau oder violett färben, so unterscheiden sie sich dadurch wohl von den als „Inklusen" bezeichneten Inhaltskörpern anderer Pflanzen. Hingegen entsprechen die braunen Ballen der Weinbeerenhaut nach ihrer Entstehung, ihren Reaktionen, ihrem Aussehen und sonstigem Verhalten den Phlobaphenen. Eine nähere Kennzeichnung des Körpers ist damit allerdings nicht gegeben und ist auch gar nicht möglich, da wir ja vorläufig keine spezifischen Reaktionen für Phlobaphene besitzen und die genannten Körper sich bis jetzt überhaupt nicht scharf charakterisieren lassen.

Wenn ich trotzdem diese kurze Mitteilung über das Phlobaphen der Weinbeere machte, so bewog mich der Umstand dazu, daß hier meines Wissens der erste Fall vorliegt, in dem ein Phlobaphen unter dem Einfluß des Lichtes entsteht und einer lebenden Frucht eine ganz bestimmte, auffallende Färbung verleiht.

---

1) MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 159.

7. Friedl Weber: Über eine einfache Methode die Wegsamkeit der Lenticellen für Gase zu demonstrieren.

Gasdiffusionsmethode.

(Vorläufige Mitteilung)

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Universität Graz.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 10. Februar 1916.)

Bekannt ist der nach den Angaben STAHLs (1873) durchgeführte Demonstrations-Versuch durch Quecksilberüberdruck aus Lenticellen unter Wasser Luftblasen austreten zu lassen. Diese Filtrationsmethode[1]) STAHLs leidet „an verschiedenen Uebelständen. 1. Herstellung eines genügenden Verschlusses an der Befestigungsstelle ohne zu starken Druck. 2. Einfluss des Wassers auf das Austreten der Blasen. 3. Besonders die Subjektivität der Beobachtung.“ (KLEBAHN, 1884, p. 564.) Abgesehen davon ist das Austreten der Luftblasen auf weitere Entfernung nicht zu sehen.

In folgendem soll auf eine ungemein einfache Methode aufmerksam gemacht werden, mit der es leicht gelingt die Wegsamkeit der Lenticellen für Gase, wenn auch nur indirekt, zu demonstrieren. Da diese neue Methode nicht auf Filtration sondern auf Diffusion der Gase, im Sinne PFEFFERs[1]) beruht, so soll sie als „Gasdiffusionsmethode“ bezeichnet werden.

Anläßlich von Frühtreib-Versuchen wurden ruhende *Fraxinus excelsior*-Zweige (Langtriebe) 24 Stunden hindurch Ammoniak-Dämpfen ausgesetzt; nach der Ammoniakisierung kamen die Zweige ins Warmhaus. Wenige Tage später fiel an mit Ammoniak behandelten Stammstücken ein merkwürdiges Aussehen auf, wie es auf umstehender Photographie festgehalten ist. Um die Lenticellen herum ist das Periderm in einer meist kreisförmigen Fläche (von zirka 1 mm Durchmesser) etwas eingesunken und diese Stellen heben sich außerdem durch dunkle Farbe stark von dem übrigen relativ lichtbraunen Hautgewebe ab.

---

[1]) PFEFFER, 1897, p. 168 9. „Bewegt sich aber das Gas in Gasform durch Poren und Öffnungen einer Scheidewand, . . . so reden wir von Filtration. sofern durch einseitige Kompression eine Massenströmung des Gases durch die Poren verursacht wird, dagegen von Gasdiffusion, wenn die Bewegungen nur die Folge der ungleichen Zusammensetzung zu beiden Seiten der Scheidewand sind.“

Es war von vornherein klar, daß diese ungemein augenfällige Erscheinung[1]) die, so weit ich bisher sehe, noch nicht beschrieben worden ist, dadurch zustande kommt, daß das Parenchym der primären Rinde unter der Lenticelle durch eindringendes Ammoniak zum Absterben und Kollabieren gebracht eine dunkle Färbung annimmt. Schneidet man mit einem Taschenmesser das Periderm weg, so beweist ein von dem lichtgrünen Rindengewebe sich deutlich abhebender Fleck unterhalb der Lenticelle, der mit freiem Auge sichtbar ist,[2]) die Richtigkeit obiger Annahme. Bei mikroskopischer Betrachtung eines Querschnittes durch die Lenticelle ist natürlich leicht zu verfolgen, wie weit die Rindenparenchymzellen unter der Lenticelle abgestorben sind.

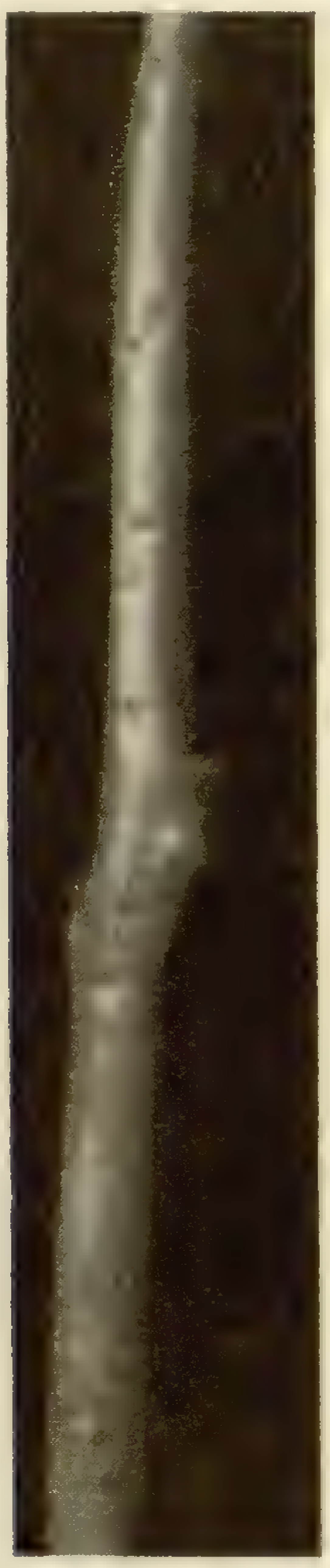


Abb. 1.

---

[1]) Die beschriebenen „Grübchen“ sind natürlich wochenlang an den lebenden Zweigen zu sehen.

[2]) Siehe Abb. 2.

Dieselben nekrotischen Herde, wie mit Ammoniak, sind naturgemäß auch unter der Einwirkung anderer Dämpfe zu erhalten; Ammoniak eignet sich jedenfalls sehr zu den Versuchen¹); mit Salzsäuredämpfen sind die oben beschriebenen Grübchen bei *Fraxinus* ebenso leicht zu erzielen. Die bei Zimmertemperatur entstehenden Joddämpfe lassen kaum einen Erfolg erkennen; Azetylengas in entsprechender Konzentration schafft ebenfalls nekrotische Nester. Die Erprobung weiterer Gase ist noch ausständig.

Was die Dosierung der Gase speziell der Ammoniakdämpfe betrifft, so genügen die Dämpfe, welche bei Zimmertemperatur von einigen Kubikzentimetern gewöhnlicher Ammoniaklösung ausgehen für einen Luftraum von 6 bis 10 Litern bei ca. 24 stündiger Einwirkung für *Fraxinus* vollkommen. Die Ammoniaklösung wurde in einem Schälchen offen neben den Zweigen unter einer Glasglocke aufgestellt. Die Zweige selbst tauchten häufig mit ihrer Basis in einem Glas in etwa 100 cm³ Wasser, wodurch allerdings die Ammoniakdämpfe so stark absorbiert werden, daß nach einiger Zeit der Geruch sehr abnimmt. Je stärker die Dämpfe sind, desto rascher und tiefer dringen sie natürlich durch die Lenticellen ein; doch empfiehlt es sich nicht allzu starke Dämpfe anzuwenden, weil solche alsbald auch das Periderm durchdringen. Die besten Erfolge, das heißt makroskopisch am deutlichsten sichtbare Effekte wurden bisher erzielt an den genannten *Fraxinus*-zweigen²) und an peridermlosen Zweigen von *Cornus tartarica*, die durch den Anthozyangehalt der Epidermis und der darunter liegenden Zellen intensiv rot erscheinen; letztere Zweige verfärben sich im Umkreis der Lenticellen nach kurzer Einwirkung des Ammoniaks intensiv infolge des Farbenumschlages des Anthozyans; sie eignen sich demnach ungemein als Demonstrationsobjekte; weitere Versuche mit anderen Pflanzen insbesondere zur Sommerzeit, in der die Lenticellen „offen" sind, dürften noch anderes geeignetes Versuchsmaterial auffinden lassen.

---

1) Was wohl damit zusammenhängt, daß Ammoniak von der verkorkten Membran schwer, von der Cellulosemembran aber leicht absorbiert wird; das spezifische Gewicht des Gases spielt vielleicht auch eine Rolle, bei der Gasdiffusion verhält sich ja die Durchgangsgeschwindigkeit umgekehrt wie die Quadratwurzel aus der Dichte.

2) Ferner an noch grünerscheinenden aber peridermüberzogenen (Langtrieb) Zweigen von *Forsythia viridissima*; bei dieser Pflanze ist außerdem auffallend das Auftreten von Flüssigkeitstropfen über den Lenticellen in der Ammoniak-Atmosphäre.

Dem Wesen der Methode entsprechend, die auf der Anwendung „giftiger“, d. h. die Zellen zum Absterben bringender Gase beruht, ist ein Erfolg nicht nur abhängig von der Diffusion dieser Gase durch die Ausführungsöffnungen des Durchlüftungssystems sondern auch durch die diosmotische Wanderung der gelösten Gasteilchen durch die Membran der Parenchymzellen und die Resorption durch die Plasmahaut.[1]) Es könnte daher immerhin der Einwand gemacht werden, das relativ rasche Absterben der Zellen unterhalb der Lenticelle könne durch besondere diosmotische Eigenschaften der Membran und Plasmahaut dieser Zellen bedingt sein. Dieser Einwand ist damit zu entkräften, daß nach Verletzung (Stich) des Periderms an beliebigen (lenticellenfreien) Stellen die darunter liegenden Parenchymzellen unter dem Einfluß der Gase raschestens zum Absterben gebracht werden können. Da aber die eben angeführten Faktoren neben dem Vorhandensein und der Beschaffenheit der „Poren“ an dem Zustandekommen der nekrotischen Herde nicht unwesentlich beteiligt sein können, so darf nur mit gewisser Vorsicht aus der Wegsamkeit für die verschiedenen „giftigen“ Gase ein Schluß auf den „natürlichen“ Gasaustausch gezogen werden.

Die Gasdiffusionsmethode dürfte aber nicht nur in Hinsicht auf Demonstrationszwecke Interesse verdienen, sondern auch zu nicht unwichtigen Aufschlüssen verhelfen über die Wegsamkeit einerseits der „Pneumathoden“ überbaupt[2]) andererseits der Membran insbes. der verkorkten Membran und der Cuticula.

In dieser vorläufigen Mitteilung können darüber erst folgende Mitteilungen gemacht werden.

I. Alle bisherigen Versuche wurden im Winter durchgeführt also zu einer Zeit, zu welcher die Lenticellen „geschlossen“ sind. Nach HABERLANDT (1875, p. 16) versagt bei geschlossenen Lenticellen die STAHL'sche Methode, nach WEISS (1870, p. 431) muß zumindest ein stärkerer Quecksilberüberdruck angewendet werden. KLEBAHN hat mittels „Diffusionsversuchen“ [3]) (1884, p. 566) nachgewiesen, daß Kohlensäure „die Porenkorkschichten“ also auch die winterliche „Verschlußschicht“ passiert.[4]) KLEBAHN kommt ferner zu dem Schlusse: „Relativ wird die Durchlässigkeit je nach der Pflanzenart variieren“.

---

[1]) Auch die Absorption der toten „Füllzellen“ dürfte eine Rolle spielen.

[2]) Im weiteren Sinne (JOST) siehe HABERLANDT, 1909, p. 407.

[3]) Die sich aber (durch ihre Kompliziertheit) von meinen wesentlich unterscheiden.

[4]) Nachdem WIESNER (1879, p. 10) für *Sambucus* schon früher nachgewiesen hatte, daß die Lenticellen „auch den Winter über nicht völlig geschlossen sind“. Vergl. ZAHLBRUCKNER. 1884.

Mit Hilfe der neuen Methode wird es nun vielleicht möglich sein ohne Anwendung einer umständlichen Methodik die interessanten Ergebnisse KLEBAHN's nachzuprüfen und zu erweitern. Soweit dies bisher durchgeführt werden konnte, haben die diesbezüglichen Angaben KLEBAHN's völlige Bestätigung gefunden und folgendes Resultat ergeben:

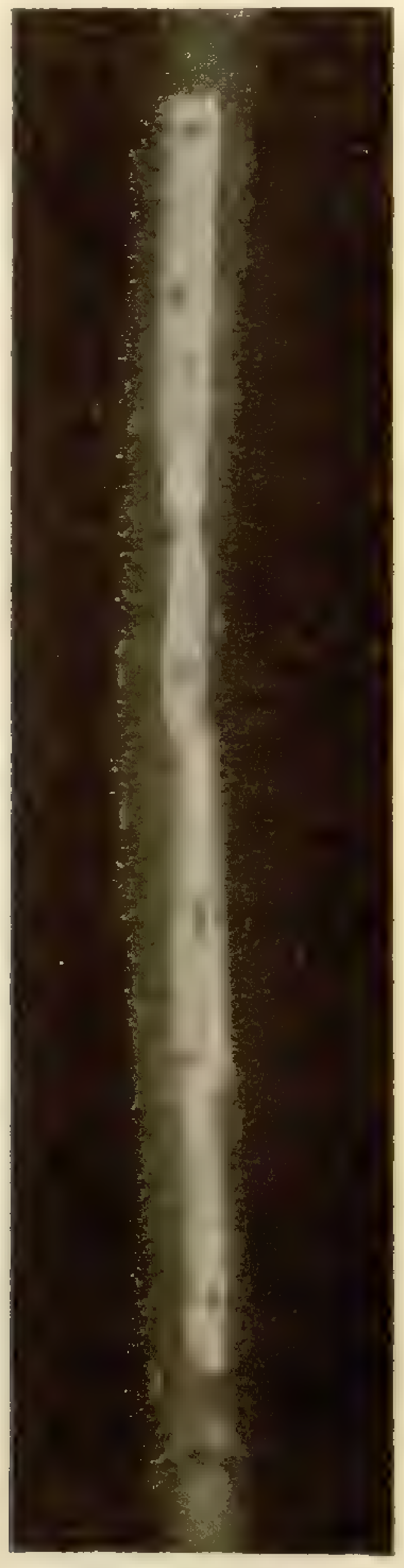


Abb. 2.

1. Selbst „verschlossene“ Lenticellen erweisen sich für Gase wesentlich wegsamer als das Periderm.
2. Die im Winter „verschlossenen“ Lenticellen bei verschiedenen Holzgewächsen weisen große Unterschiede bezüglich der Wegsamkeit für Gase auf.[1]

Auf die eingehende Arbeit von DEVAUX (Annal. d. Sc. Nat. Bot. t. XII. 1900) kann erst nach Erweiterung des experimentellen Teiles Bezug genommen werden.[2]

---

[1] Auffallend ist, daß bei *Sambucus nigra* (im Winter) Ammoniakdämpfe durch die Lenticellen keineswegs leicht eindringen, was aber mit den Angaben KLEBAHNS (p. 567) gut übereinstimmt.

[2] Vergl. darüber auch das Ref. STAHLS, 1901 Botan. Ztg. p. 16.

II. Nach HABERLANDT (1875, p. 15) entstehen die Lenticellen an peridermlosen Organen „zum Schutz des darunter liegenden Grundgewebes. Sie verringern die Transpiration und heben überhaupt jede direkte Berührung des Grundgewebes mit der atmosphärischen Luft vollständig auf“. (p. 23) „Dieselben sind demnach Regulatoren der Transpiration, welche an grünen peridermlosen Zweigen die Wasserverdunstung lokal vermindern.“ Nach diesen Angaben wäre man geneigt zu glauben, daß Gase überhaupt die Epidermis solcher Organe leichter durchringen als die Lenticellen. Meine bereits erwähnten Versuche mit jungen peridermlosen Zweigen von *Cornus Tartarica* ergaben nun das gegenteilige Resultat, daß durch die „geschlossene“ Lenticelle Ammoniak rascher eindringt, dagegen nicht im geringsten durch die Cuticula der Epidermis. (Vorstehendes Bild zeigt die nekrotischen Herde unter den Lenticellen nach Entfernung der Rindenporen und der Epidermis.) Wir kommen also — zunächst natürlich nur für die vorläufig untersuchte Pflanze im Winterzustand — mit Hilfe der neuen Methode zu demselben Ergebnis wie KLEBAHN (1884 p. 570): Die junge Lenticelle mit allen ihren Widerständen mitinbegriffen der im Winter vorhandenen Verschlußschicht „ist immer noch durchlässiger als die Epidermis.“

III. KLEBAHN (1884) hat nachgewiesen, daß bei lenticellenfreien Pflanzen entweder sogenannte „Porenkorkplatten“ vorkommen oder aber „Markstrahlrindenporen“. Es ist möglich daß die neue Methode in Betreff des noch ziemlich erklärungsbedürftigen Problems¹) der Durchlüftungsöffnungen lenticellenfreier Pflanzen relativ leicht zu Ergebnissen führen wird.

Meine bisherigen Versuche mit Pflanzen mit Markstrahlrindenporen (*Vitis*, *Clematis*, *Philadelphus*) haben ergeben, daß diese Markstrahlrindenporen für Gase nur ungemein schwer wegsam sind. Meist kommen die Zellen unter dem Porenkork kaum früher zum Absterben als die an den anderen Stellen des Periderms. Nur für *Clematis Viticella* konnte festgestellt werden, daß bei geeigneter Dosierung der Ammoniakdämpfe abgestorbene Zellgruppen nur unter den Markstrahlrindenporen auftreten; makroskopisch ist bei der geringen Ausdehnung dieser Zellgruppen davon nichts zu sehen, dagegen sind mikroskopische Stammquerschnittspräparate durch mit Ammoniak behandeltes frisches Material recht instruktiv. [Nicht unerwähnt sei, daß bei den mir zur Verfügung

---

1) Über die in Betracht kommenden Fragen siehe KLEBAHN (1884 p. 587 und 560).

stehenden Zweigen dieser *Clematis*-Art nicht selten auch ohne Vorbehandlung nekrotische Herde unter den Markstrahlrindenporen zu beobachten sind[1]). Wer im Periderm ein Kälteschutzmittel sieht, wird diese vielleicht als die Folgen lokaler Erfrierungen auffassen und darauf hinweisen, daß bei dieser Mediterran-Pflanze bei uns im Freien die jungen borkefreien Zweige im Winter meist absterben].

IV. Ihrem Namen gemäß gibt die neue Methode Aufschluß über den „freien Gasdurchgang“ (HABERLANDT, 1909, p. 398) und mithin über das Vorkommen aller Pneumathoden sowie ferner auch über den Verlauf der weiter ins Organinnere führende Verzweigungen der Intercellularräume; sie gibt aber auch gleichzeitig Aufschluß über den diosmotischen[2]) Durchtritt durch die Membranen insbesondere durch verkorkte Wände (Periderm) und die Cuticula. Die Methode, die WIESNER (1879)[3]) zum Studium der osmotischen Gasbewegung anwendete, führt wohl allein zu exakten quantitativen Ergebnissen; die neue Methode (Diosmose giftiger Gase) hat den Vorteil der Einfachheit und der Anwendbarkeit am lebenden Objekt und dürfte sich daher auch in dieser Hinsicht zu Demonstrationszwecken gut eignen. Die eingangs erwähnten Hauptversuche mit *Fraxinus*- und *Cornus*-Zweigen führen ja ohne weiteres die erstaunliche Undurchlässigkeit des Periderms resp. der Cuticula für (giftige) Gase vor Augen.

Die Gase dringen naturgemäß nicht nur durch Lenticellen in das Innere der Organe ein, sondern auch durch Spaltöffnungen.

Es ist daher anzunehmen, daß die „Gasdiffusionsmethode“ in gewisser Hinsicht ähnliche Dienste wird leisten können wie die „Infiltrationsmethode“ von MOLISCH (1912)[4]). Zumindest dürfte die neue Methode stets leicht einen Überblick über die Verteilung der Stomata gewinnen lassen. Ich habe auf jungen Blättern von *Tilia* und ebensolche von *Fraxinus* Osmiumsäure- resp. Joddämpfe einwirken lassen; trotz der noch ungemein zarten Cuticula dieser Blättchen drangen die Dämpfe nur durch die Spaltöffnungen ein und schwärzten die die Atemhöhle begrenzenden Parenchymzellen; es kann daher nach dieser Behandlung die Zahl der funktionierenden Stomata bei schwacher (Lupen) Vergrößerung bequem gezählt werden; dasselbe gelingt mit freiem Auge z. B. an mit primärem Hautgewebe bekleideten Aepfeln nach Einwirkung von Ammoniakdämpfen. Es erleichtert also die Methode das Zählen (nicht allzu dicht stehender) Spaltöffnungen ungemein.

---

[1]) Diese sind aber bei mikroskopischer Betrachtung von den künstlichen Herden leicht zu unterscheiden.

[2]) PFEFFER 1897, p. 168) bezeichnet die Wanderung gelöster Gasteilchen durch Wandungen als Diosmose. In dieser Beziehung könnte die neue Methode auch als „Diosmose-Methode“ bezeichnet werden.

[3]) und WIESNER und MOLISCH (1899).

[4]) Siehe auch EMMY STEIN, diese Berichte 1912.

Die Infiltrationsmethode läßt sich bekanntlich ohne weiteres bei Koniferen-Nadeln nicht zur Anwendung bringen; es haben in diesen Berichten (1912) bereits NEGER und DENGLER darauf hingewiesen, daß die Koniferenspaltöffnungen Luft durchlassen in einem Zustand, in dem Flüssigkeiten der Eintritt versperrt ist; darauf beruht die Methode der genannten Autoren; diese „Evakuationsmethode“ hat aber abgesehen von ihrer Kompliziertheit den Nachteil, daß ihre Anwendbarkeit für „heterobarische“ Blätter vorläufig ausgeschlossen erscheint.

Auf Anregung Herrn Prof. Dr. K. LINSBAUERs habe ich mit der Diffusionsmethode bei Koniferen-Nadeln orientierende Versuche gemacht, und zwar mit Blättern von *Abies amabilis.* Unter dem Einfluß von Osmiumsäuredämpfen schwärzen sich die die äußere Atemhöhle erfüllenden Wachspröpfe intensiv; ein weiteres Eindringen der Dämpfe erfolgt aber im allgemeinen nicht; nur bei vereinzelten Spaltöffnungen (etwa 10 an jeder Nadel) sind auch die an die innere Atemhöhle grenzenden Zellen getötet worden.

Interessanter noch sind die Ergebnisse der Versuche mit Ammoniakdämpfen.

Die vorletztjährigen Nadeln (von 1914) lassen kein Ammoniak eindringen, sie bleiben unbeschädigt und grün; in die letztjährigen Blätter (von 1915) dringt das Ammoniak ein; sie werden geschädigt und erscheinen schwarz.

Die Nadeln von *Taxus baccata* reagieren, soweit ich sehe, ebenso.

Das Ergebnis stimmt mit den Resultaten von NEGER und DENGLER gut überein; es hat vorläufig nur für die Winterverhältnisse Gültigkeit.

Wenn gesagt wurde die „1915 Nadeln“ erscheinen nach der Ammoniakbehandlung schwarz, so gilt dies nur mit folgenden interessanten Einschränkungen:

1. Bei starken Ammoniakdämpfen werden die ganzen Nadeln schwarz,
2. bei etwas schwächeren nur der oberste Teil jeder Nadel (etwa das letzte Drittel an der Spitze) und ebenso der unterste an der Basis der Nadel (etwa das unterste basale Fünftel); dazwischen bleibt ein völlig unbeschädigter, grüner Teil,
3. Werden noch schwächere Dämpfe[1]) angewendet, so bleibt meist auch der basale Teil grün und der geschwärzte Spitzenteil ist bedeutend kürzer, so daß also der grüne Teil umso länger ist je schwächer die Einwirkung des Ammoniaks vor sich geht[2]).

Taxus scheint sich in dieser Beziehung ganz anders zu verhalten: der Spitzenteil widersteht am längsten dem Eindringen des Ammoniaks.

Ob diese Verhältnisse ausschließlich auf eine verschiedene (Anzahl oder) Durchlässigkeit der Stomata in den verschiedenen Zonen der Nadel zurückzuführen ist, oder ob auch die diosmotischen Eigenschaften der übrigen Epidermiszellen eine Rolle dabei spielen, kann noch nicht gesagt werden[3]).

In dieser vorläufigen Mitteilung wurde

1. gezeigt, daß durch Einwirkung giftiger Gase die Wegsamkeit der Lenticellen für Gase und ebenso die Undurchlässigkeit der verkorkten Membran und der Cuticula für solche leicht demonstriert werden kann. „Diffusionsmethode“,
2. darauf hingewiesen, daß diese neue Methode eine weite Perspektive eröffnet für Untersuchungen einerseits über das Vorkommen und die Bedeutung der Ausführungsstellen des Durchlüftungssystems, andererseits über die Rolle und Möglichkeit eines Gasaustausches durch die primäre und sekundäre Oberhaut.

Graz, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, am 6. Februar 1916.

---

[1]) Genaue Dosis-Angaben sollen erst auf Grund weiterer Versuche gemacht werden.

[2]) Der Farbenunterschied zwischen dem schwarzen und dem grünen Teil ist mit freiem Auge ungemein deutlich sichtbar.

[3]) Vergl. die Mitteilung im nächsten Hefte dieser Berichte.

Literatur.

1. Haberlandt, G., Beiträge zur Kenntnis der Lenticellen. 1875, Sitzb. Ak. Wien, Bd. 72.
2. Derselbe, Pflanzenanatomie, IV. Aufl., 1909.
3. Klebahn, H., Die Rindenporen, 1884, Fischer Jena, Sep. Abdr. Jen. Zeit. f. Naturw.
4. Molisch, H., Das Offen- u. Geschlossensein der Spaltöffnungen veranschaulicht durch eine neue Methode. (Infiltrationsmethode), Zeitschrift f. Bot. 4. Jhg., 1912.
5. Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie, II. Aufl., I. Bd. 1897.
6. Stahl, E., Entwicklungsgeschichte u. Anatomie der Lenticellen. Bot. Zeitg. 1878.
7. Weiss, A., Anatomie d. Pflanzen, Wien, Braumüller, 1878.
8. Wiesner, J., Versuche über den Ausgleich des Gasdruckes in den Geweben der Pflanzen, Sitzb. Ak. Wien 1879, 79. Bd.
9. Wiesner, J. u. Molisch, H., Untersuchungen über die Gasbewegung in der Pflanze. Sitzb. Ak. Wien XCVIII, 1899.
10. A. Zahlbruckner, Neue Beiträge zur Kenntnis der Lenticellen, 1884, Verhandl. zoolog. bot. Gesellsch., Wien.

8. C. Wehmer: Einige Holzansteckungsversuche mit Hausschwammsporen durch natürlichen Befall im Keller.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 18. Februar 1916.)

Von meinen früheren Versuchen[1]) unterschieden sich diese lediglich darin, daß Ansteckung der Versuchshölzer nicht durch besondere Aussaat, sondern auf „natürlichem“ Wege zu erreichen versucht wurde. In dem Keller meines Versuchshauses bildet der Pilz seit Jahren schöne Fruchtkörper, deren Sporen die Oberflächen eingebrachter Hölzer alsbald mit dem bekannten rostfarbenen Staub überziehen.

Ende 1915 wurden einige derartige, 4 Jahre vorher begonnene Experimente abgebrochen; angeordnet waren sie in der Weise, daß die einzelnen anzusteckenden Holzstücke nebeneinander in weite offne Glasschalen gelegt wurden, welche direkt auf dem mit roten Ziegelsteinen ausgemauerten Kellerfußboden standen. Eine besondere

---

[1]) Diese Berichte 1913, **31**, 311 (hier auch obige Versuche schon kurz angeführt); 1914, **32**, 254.

Anfeuchtung unterblieb, die Luftfeuchtigkeit des Raumes war dauernd derart, daß aus kranken Holzstücken sich alsbald weiße Mycelrasen des *Merulius* üppig entwickelten. (Relative Luftfeuchtigkeit 90—95$^0/_0$, Temperaturgang zwischen 2^0 und 16^0 im Laufe des Jahres, beides gemessen unmittelbar über dem Boden); Wassergehalt der Versuchshölzer bis ca. 20$^0/_0$[1]).

Die Verhältnisse für eine Schwammentwicklung waren also günstige. Wenn sie für Keimung und Entwicklung der Sporen auf gesundem Holz gleichfalls ausreichen, hier also dieser Feuchtigkeitsgehalt von Luft und Substrat genügt, so war Ansteckung zu ererwarten. Es ergab sich aber das Gegenteil.

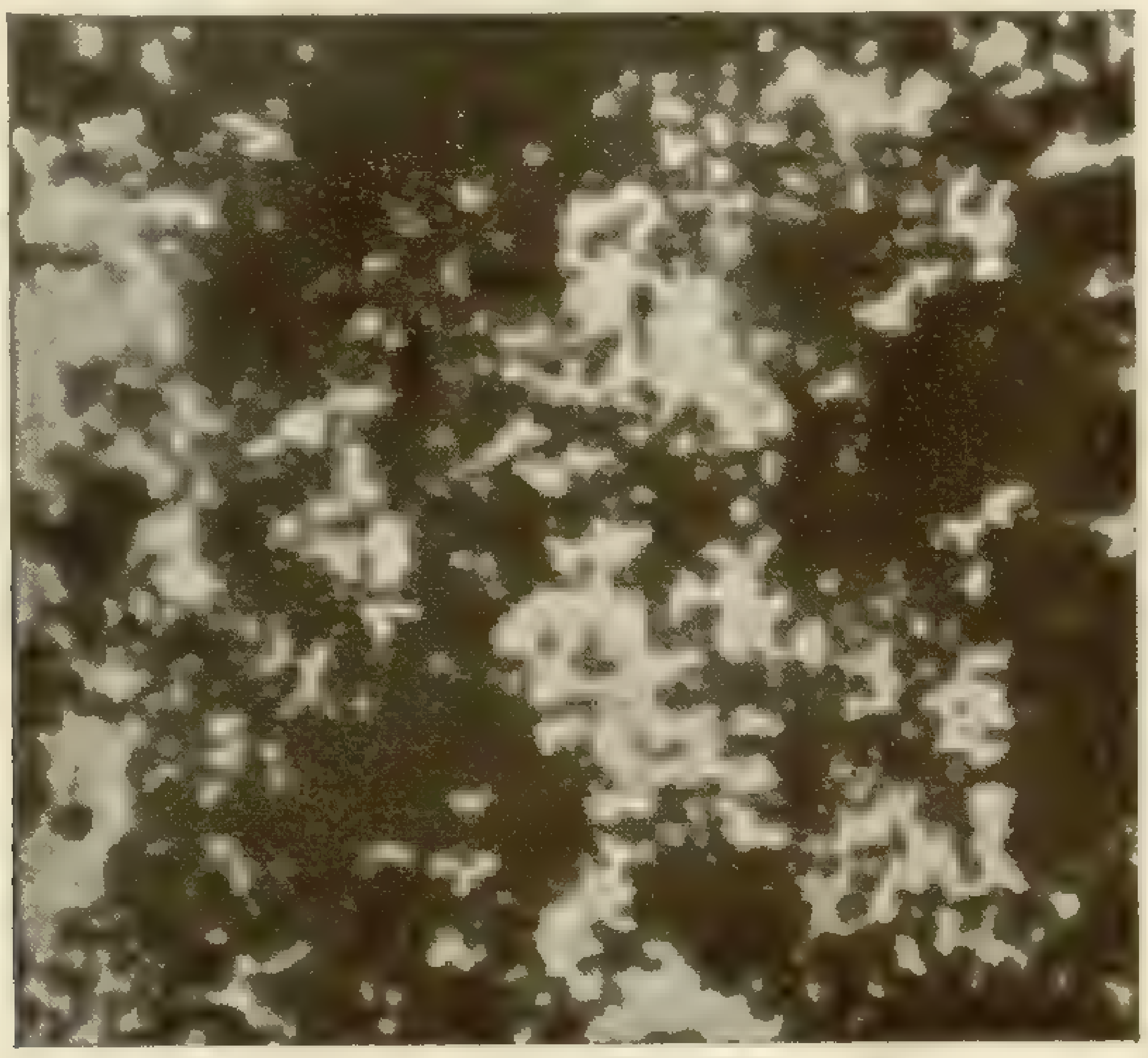


Abb. 1. *Merulius*-Sporen, bei spontaner Verstäubung im Keller als rostbraunes Pulver aus der Luft abgesetzt. Schwach vergrößert (ca. 100). Zeigt die massenhafte Ablagerung.

Versuche: 4 Glasschalen, 10—20 cm im Durchmesser, enthielten:

Nr. 1: 4 Stück Fichtenholz, davon 3 mit Hirnfläche nach oben gekehrt.

Nr. 2: 4 Stück Fichte, davon 3 mit Längsseiten nach oben.

Nr. 3: 6 Holzstücke, 3 Fichte, 1 Kiefer, 1 Buche, 1 Eiche, sonst wie vorher.

Nr. 4: 5 Holzstücke, 3 Fichte, 1 Kiefer, 1 Eiche, desgl.[2]).

Alle Holzstückchen bedeckten sich alsbald mit reichlichem Sporenpulver, das ebenfalls die freigebliebenen Bodenteile der Glasschalen deutlich rostbraun färbte (Abb. 1). Eine sichtbare Veränderung der abgesetzten Sporen fand jedoch nicht statt, jede oberflächliche Vegetation blieb aus; die Hölzer sahen, abgesehen von dem braunen Staube, nach 4 Jahren noch genau so aus wie im Anfang, sie waren gesund und fest; beiläufig fehlte also auch jede Schimmelentwicklung, wie sie auf sehr feucht liegenden Holzstücken spärlich zu erscheinen pflegt. Die mikroskopische Untersuchung des braunen Belags zeigte unveränderte *Merulius*-Sporen, ohne Andeutung einer Keimung oder beginnenden Vegetation; es fehlten jetzt aber die stark lichtbrechenden Tröpfchen im Innern.[1] (Abb. 2.)

---

[1]) Vergl. Mycolog. Centralbl. 1913, 2, 337 u. f.

[2]) Größe ca. 10:3:2 bis herab zu 4:3:2 cm; neues Bauholz mit Säge- und Spaltflächen, also ziemlich rauher Oberfläche.

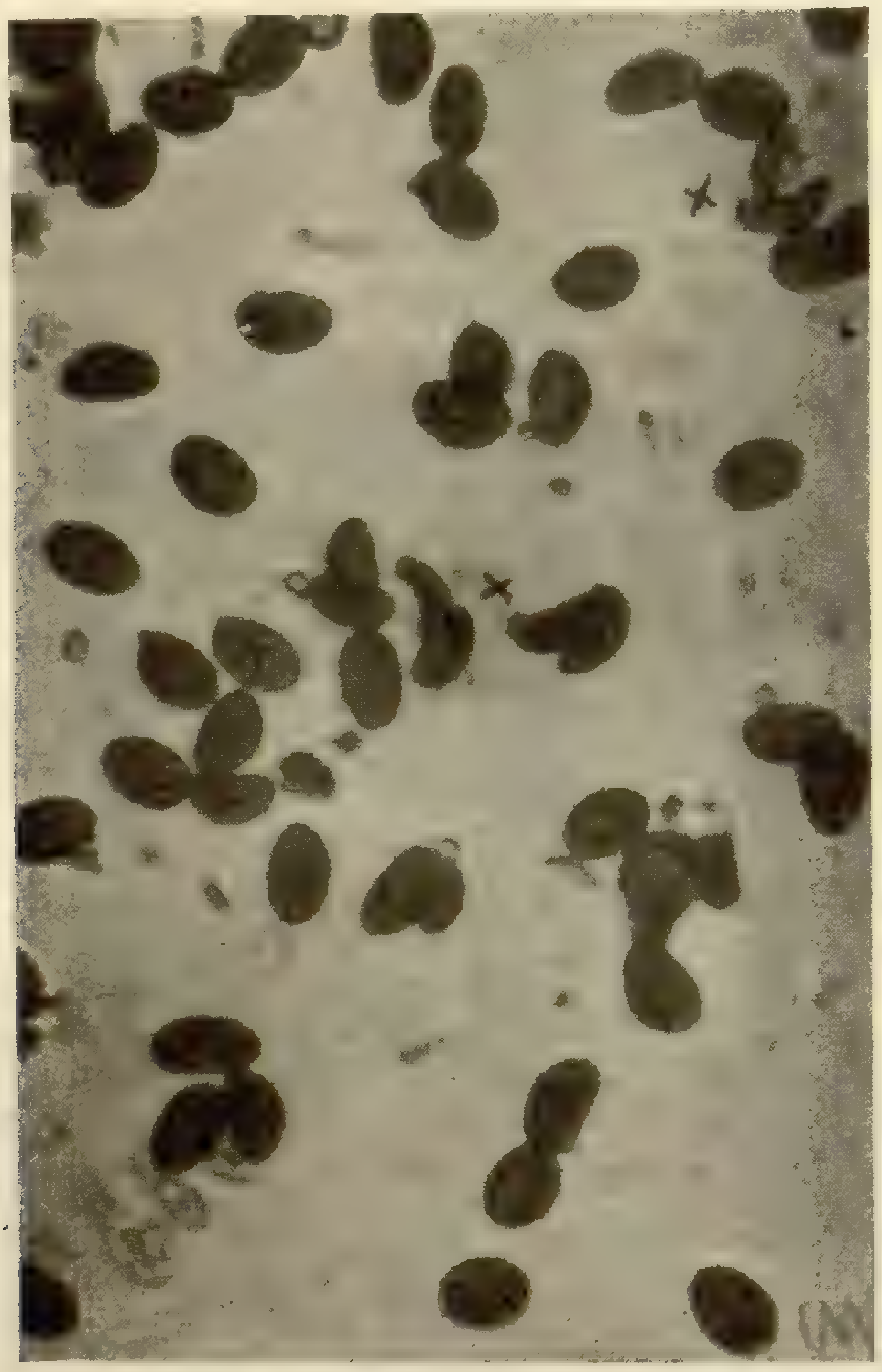


Abb. 2. *Merulius*-Sporen,
(Präparat von der Oberfläche eines Holzstückes im Keller; in Wasser unter Deckglas; Vergrösserung ca. 800). Aussehen der Sporen. Ohne Keimungserscheinungen und lichtbrechende Tröpfchen. (Die Sporen sind fast sämtlich ganz flach, muldenförmig, Seitenansicht nur bei +, im Präparat kommen sie meist auf konkaver Bauch- oder konvexer Rückenseite zu liegen, letztere mit stärker verdickter Wand, die zarte Wand der Bauchfläche allein fällt beim Eintrocknen ein. Unten rechts „Pseudokeimung“ (junge Hyphe einer ansitzenden Schimmelspore).

---

[1] Offenbar Folge allmählicher Verdunstung des flüchtigen Stoffes.

Ähnliche Versuche habe ich in etwas abgeänderter Ausführung übrigens mehrfach gemacht, ohne dabei einen anderen Erfolg zu erzielen; es liegt ja überhaupt alles Holz meines Versuchskellers (3 aneinander stoßende Räume), auch das benachbarter Räume, in dem Bereich der beständig verstäubenden Schwammsporen, und zwar seit Jahren (1911). Darunter ist an mehreren Orten auch trockenfaules (alte Dielen), in einem anderen Raume sind bereits 1908 Reparaturen gegen noch heute vorhandenen *Merulius silvester* gemacht. Trotzdem bleibt *Merulius lacrymans* fortdauernd streng lokalisiert, an keiner Stelle des ganzen Gebäudes ist von ihm bislang eine nachweisbare Spur aufgetreten; lediglich rein vegetativ treibt er im Kellerraum seine Mycelien vor, erscheint dort auch gern wieder als junger Rasen auf alten Mycel-Resten am früheren Ort (Kellerwand mit alten Hautresten u. a.).

Es bestätigt der Ausfall obiger Versuche also lediglich das Ergebnis meiner früheren Feststellungen über die Keim- und Entwicklungsfähigkeit der *Merulius*sporen. Wenn sich selbst unter den Verhältnissen eines Schwammkellers in Jahren keine Hausschwammentwicklung aus verstäubenden Sporen erzielen läßt, so darf man wohl mit Recht folgern, daß diese Organe für Bauwerke eine Gefahr überhaupt nicht sind.

Verbreitung und Ansteckung erfolgt nach allem, was bislang sicher festgestellt ist, nur durch vegetative Teile des Schwammes, die sich von der einmal besetzten Stelle allseitig verbreiten, durch erkranktes Holz etc. übertragen werden oder sich aus alten Strang- und Hautresten neu entwickeln. Tatsächlich findet man bei genauer Prüfung der Literatur auch nicht eine stichhaltige Angabe, aus der die Infektiosität der Sporen sicher hervorgeht.[1] Natürlich kann man einwerfen, daß meine Versuche nicht die Möglichkeit des Gegenteils widerlegen, sicher nicht; dies Gegenteil bleibt nur zu zeigen. Bis dahin hält man sich aber wohl besser an einstweilen sicher festgestellte Tatsachen. Daß eine Sporenansteckung, wenn sie bestände, durch ein relativ einfaches Experiment zu erhärten wäre, leuchtet wohl ohne weiteres ein. Bedenken dagegen scheinen mir nicht nur in der notorischen Schwierigkeit der Keimung der *Merulius*-Sporen zu liegen, sondern mehr noch in den für die Weiterentwicklung der jungen Hyphe ungünstigen Umständen, sie wird gleich der durch Impfung übertragenen Mycelflocke auf der nicht sterilen Holzoberfläche keinen festen Fuß fassen können, sondern infolge von Nährstoff- oder Feuchtigkeitsmangel oder unter Wirkung konkurrierender Organismen zugrunde gehen. ¹)

---

[1] S. auch C. MEZ. Der Hausschwamm 1908, 44 und 180, wo Literatur.

Wenn Anhänger der Sporenansteckungstheorie neuerdings „trockenfaules“ Holz als Vorbedingung verlangen, so ist das im Grunde genommen nur ein unter dem Druck der Tatsachen angetretener Rückzug, die Flucht zu einer weiteren Möglichkeit, die aber schon mit den Erfahrungstatsachen schlecht in Einklang zu bringen ist. Immerhin sind damit die früheren Übertreibungen²) der Gefährlichkeit unserer *Merulius*-Sporen und von Schwammkranken Häusern schon wesentlich eingeschränkt; aber auch bis heute fehlt es trotz der Sicherheit, mit der diese Lehre vorgetragen wird,³) noch immer an einer klaren präzisen Formulierung der Bedingungen, unter denen sich eine derartige Keimung von *Merulius*sporen auf trockenfaulem Holz soll beobachten lassen, wie sie denn bislang auch nur von Eingeweihten gesehen zu sein scheint. Ich darf deshalb hier kurz hinzufügen, daß sich trockenfaule Hölzer meines Kellers unter Wirkung der Sporenbestäubung nicht anders verhielten wie gesunde; selbst bei Ansteckung durch vegetatives Mycel wuchs dies einfach ohne Beschaffenheitsänderung derselben darüber hinweg, gesunde Hölzer wurden aber regelmäßig durchwachsen und vermorscht. Uebrigens findet sich in der Literatur auch nirgends der genaue Nachweis, welcher die Zersetzung trockenfaulen Holzes durch *Merulius* zweifelsfrei dartut, aus anderen, und zwar insbesondere ernährungsphysiologischen Gründen scheint mir solche Angabe recht unsicher⁴).

Wie der Schwamm in einem Gebäude entsteht, ist eine Frage, die nicht durch bloße Laboratoriumsversuche mit mehr oder weniger gekünstelter Versuchsanordnung entschieden wird; wenn die Beantwortung irgendwelchen praktischen Wert haben soll, müssen

---

1) Mycolog. Centralbl. 1914, 4, 241 und f. — Zusammengefaßt in meinen „Experimentellen Hausschwammstudien“. (Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze, Heft 3, Jena 1915, p. 97.)

2) Man vgl. z. B. R. Falck, in Ztschr. f. Hygiene 1906. 25. 478.

3) Selbst in einem, in amtlichem Auftrage herausgegebenen „Merkblatt zur Hausschwammfrage“ (Jena, 1913, p. 7) wird sie als ausgemachte Tatsache behandelt, hier auch die unrichtige Angabe, daß der Säuregehalt trockenfaulen Holzes die Sporenkeimung veranlasse, wiederholt. Solches weiteren Kreisen, für die das Merkblatt doch bestimmt ist, vorzutragen, darf mit Recht beanstandet werden.

4) Schwammzersetztes Holz besteht, wie ich kürzlich mitteilte, im wesentlichen aus Huminstoffen, sein Nährwert ist fast Null; wie soll etwa *Merulius* die Huminkörper weiter zersetzen? Diese Berichte 32, 601; Ber. Chem. Ges. 1915. 48, 130.

Versuche unter den in der Praxis gegebenen Verhältnissen angestellt werden. Bislang sprechen diese nicht gerade zugunsten der Sporeninfektionstheorie, welche weit davon entfernt ist, bewiesen zu sein; selbst als Hypothese hat sie den Üebelstand, daß sie den Erfahrungstatsachen weniger entspricht als widerspricht.[1]) Ob man den *Merulius*sporen Bedeutung für Ausbreitung des Pilzes beilegen will, ist ja schließlich Ansichtssache, es ließe sich da natürlich geltend machen, daß auch heute die Bedingungen für eine erfolgreiche Infektion noch nicht genügend bekannt sind; das mag sein, bis dahin empfiehlt es sich aber doch wohl, mit dem wirklich beobachteten, mit dem, was wir wissen, und nicht mit ganz unsicheren Möglichkeiten zu rechnen, geschweige denn diese den kostspieligen und umständlichen tatsächlich, aber ganz überflüssigen praktischen Maßnahmen[2]), wie sie in Vorschlag gebracht sind, zugrunde zu legen.

Wie die Dinge in Wirklichkeit liegen, kann dem objektiven Beurteiler meiner oben referierten mehrjährigen Sporenverstäubungsversuche ja kaum zweifelhaft bleiben.

Hannover.

Bacteriol. Laborator. des Techn.-Chem. Instituts
der Techn. Hochschule.

---

1) Früher schon mehrfach betont (GÖPPERT, A. MÖLLER, PETRIN und andere), auch von C. MEZ mit Nachdruck vertreten (l. c. p. 183, wo Literatur).

2) Als Maßnahmen empfiehlt genanntes „Merkblatt“ (p. 11) u. a. nicht weniger als „Anwendung von Formalindämpfen durch staatlich ausgebildete Desinfektoren für die Abtötung der Sporen in einem befallenen Hause“! Was soll man dazu sagen? Dabei ist die Annahme, daß gasförmiger Formaldehyd lebende *Merulius*sporen tötet, heute noch völlig unerwiesen, sie ist nicht einmal wahrscheinlich. Nicht minder unvorsichtig erscheint die Empfehlung von Nitroverbindungen (speziell des sogen. Mycantins) als Schwammschutzmittel, weil sie „das Holz stark färben, die Ausführung des Anstriches also leicht nachgeprüft werden kann“ (p. 10). Tatsächlich genügen einige helle Sommertage, um die gelbe Farbe solcher Anstriche völlig verschwinden zu lassen, selbst im Dunkeln ist sie nicht haltbar. An Schwammmerkblättern ist kein Mangel (sachlich und gut ist u. a. das vom Innungs-Verband Deutscher Baugewerksmeister herausgegebene), vor solchen mit derartigen unreifen Angaben ist der Praktiker nur zu warnen.

9. A. Ursprung und G. Blum: Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze.

(Eingegangen am 24. Februar 1916.)

Schon längst weiß man, daß verschiedene Gewebe einer Pflanze, ja selbst benachbarte Zellen desselben Gewebes einen verschiedenen osmotischen Wert besitzen können. Die letzten Jahre haben unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete wesentlich bereichert; besonders sind Blattepidermis und Wurzelrinde bei einer größeren Zahl von Gewächsen vergleichend geprüft worden. Es fehlen aber immer noch Untersuchungen, die sich auf alle Gewebe einer Pflanze erstrecken und systematisch während längerer Zeit und unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt worden sind. Da solche vergleichende Messungen für die Pflanzenphysiologie in mehrfacher Hinsicht Interesse besitzen, so hat sich der erst genannte Verfasser entschlossen, mit einigen Mitarbeitern zur Ausfüllung dieser Lücke beizutragen. In diesem und dem folgenden Aufsatz sind einige Resultate aus den Jahren 1913 und 1914 enthalten.

Was zunächst die Terminologie betrifft, so wäre es wünschenswert, ihr in Zukunft etwas mehr Beachtung zu schenken. Ist mit der plasmolytischen Methode gefunden worden, daß eine Lösung von x Mol Rohrzucker oder Kalisalpeter Grenzplasmolyse herbeiführt, so pflegen dies die verschiedenen Autoren dadurch auszudrücken, daß sie sagen: der Turgor, die Turgorkraft, der Turgordruck, die Turgorspannung, der Turgorwert, die Turgeszenz, der osmotische Druck, der osmotische Wert, der Salpeterwert, die Konzentration des Zellsaftes, die Saugkraft betrage x Mol Rohrzucker oder Salpeter bzw. die entsprechende mit dem Osmometer gemessene Zahl von Atmosphären.

Daß diese Ausdrücke nicht synonym sind, obschon sie zur Bezeichnung ein und derselben Größe benützt werden, ist genügsam bekannt. Jedermann weiß, daß wir durch Ermittlung der Grenzkonzentration weder den „Turgordruck“ noch die „Saugkraft“ finden, sondern ganz einfach den osmotischen Wert des Zellsaftes in Mol Rohrzucker oder Kalisalpeter bestimmen, in dem Moment, wo die Zellwand gerade entspannt ist. Aus diesem Grunde ist diese Konfusion in der Nomenklatur in der Regel nicht sehr bedenklich; beim Lesen der Arbeit ergibt sich bald, was der Autor unter einem bestimmten Terminus verstanden wissen will. Fühlbarer macht sich der Mißstand, wenn man in derselben Abhandlung den osmotischen Wert, den wirklichen Turgordruck und die wirkliche Saugkraft einer Zelle zu bestimmen hat; für diese drei ganz verschiedenen Größen ergeben sich dann natürlich auch verschiedene Zahlenwerte.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, werden wir daher stets angeben, in welchem Sinne wir die benützten Termini verstehen.

In diesem Aufsatz ist von Untersuchungen die Rede, die mit der plasmolytischen Methode ausgeführt worden sind. Wir ermittelten die Konzentration einer Rohrzucker- oder meist Kalisalpeterlösung, welche Grenzplasmolyse hervorruft, mit dem Zellsaft also als isosmotisch gilt; wir bestimmten somit den „Salpeterwert“ oder allgemeiner ausgedrückt den „osmotischen Wert“. Zur Bezeichnung dieser Größe wird von uns nur der Ausdruck „osmotischer Wert“ benützt. „Osmotischen Druck“ nennen wir diese Größe absichtlich nicht, um Mißverständnissen in späteren Aufsätzen vorzubeugen.

Die synonyme Verwendung von „osmotischem Wert“ und „osmotischem Druck“ läßt sich zwar bis zum einem gewissen Grade rechtfertigen. So schreibt JOST[1]): „Auf Grund der VAN'T HOFFschen Anschauung hat man sich in der Physik daran gewöhnt, den Lösungen schlechtweg den osmotischen Druck zuzuschreiben, den sie nach Maßgabe ihrer Zusammensetzung in einem Osmometer entwickeln können. Also auch in einem Reagenzglas schreibt man einer gewichtsmolaren Zuckerlösung einen osmotischen Druck von 24,8 Atm. zu. Wenn äußerlich von diesem Druck nichts bemerkbar wird, so liegt das nach Ansicht der Physiker daran, daß er von dem „Oberflächendruck“ der Flüssigkeit getragen wird.“ Hierzu sei folgende Bemerkung erlaubt. Man kann den osmotischen Druck auffassen entweder als einen kinetischen Druck oder als einen hydrostatischen Druck. Die kinetische Auffassung stammt bekanntlich von VAN'T HOFF. Seine Erklärung des osmotischen Druckes durch Zusammenprall der Molekel, war, wie FINDLAY[2]) sagt, „wegen ihrer Einfachheit besonders anziehend und aus diesem Grunde wird sie bei der elementaren Darlegung des osmotischen Druckes noch vielfach gebraucht. Zweifellos ist größtenteils dem-

---

1) JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1913, III. Aufl., p. 26.

2) FINDLAY, Der osmotische Druck. 1914, p. 82.

selben Umstande die Langlebigkeit der Zusammenpralltheorie zuzuschreiben.“ „Die Zusammenprall- oder Gasdrucktheorie ist indessen fast von Anfang an heftigen Angriffen ausgesetzt gewesen, und da es nicht möglich war, mit ihr die osmotischen Drucke konzentrierter Lösungen zu erklären, so ist sie allgemein verlassen worden.“ Wir fügen noch hinzu, daß WILHELM OSTWALD über FINDLAYs Darstellung in einem Vorwort seine „allerlebhafteste Anerkennung“ ausgesprochen hat. Somit hätte man, nach der jetzt herrschenden Ansicht, den osmotischen Druck aufzufassen als hydrostatischen Druck, der durch das Eindringen des Lösungsmittels in die Lösung hervorgerufen wird. Welchem auf dieser Basis stehenden Erklärungsversuch zurzeit der Vorzug zu geben ist, ist eine Frage für sich, die hier nicht erörtert zu werden braucht.

Bezüglich der Methodik ist folgendes zu bemerken. Alle Methoden, die mit Preßsäften arbeiten, waren für uns schon deshalb ausgeschlossen, weil sie nur summarische Werte für ganze Organe oder größere Gewebekomplexe zu geben imstande sind, niemals aber eine einzelne Zelle zu untersuchen gestatten. Von den Fehlerquellen, die sich bei der Verwendung von Preßsäften auch bei exaktem Arbeiten nicht vermeiden lassen, seien einige genannt: Durch das Zerreiben der Zellen werden vorher getrennte Zellsäfte gemischt, was Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung bedingen kann; dasselbe ist durch freiwerdende Enzyme möglich. SABBATANI[1]) fand auch, daß ein in tierisches Gewebe eingestecktes Thermometer einen bedeutend niedrigeren Gefrierpunkt zeigte, nachdem das Gewebe durch Vergiften getötet war. Was für die kryoskopische Methode gilt, hat in noch erhöhtem Maße für die Siedepunktsbestimmung Geltung, indem durch die hohe Temperatur und die Koagulation der Eiweißkörper noch leichter Veränderungen erfolgen können. Dazu gesellt sich die Unmöglichkeit die Säfte ganz auszupressen, ein ev. Wasserverlust durch Verdunsten und anderes mehr. In solchen Geweben endlich, die, wie das Holz, auch saftreiche tote Zellen in großer Menge führen, sind brauchbare Resultate von vorneherein ausgeschlossen.

Auf einzelne Zellen sind auch die Methoden der Gewebespannung, der Wiederverlängerung plasmolysierter Organe durch angehängte Gewichte, sowie die Wägemethode nicht anwendbar.

Wir bedienten uns daher der plasmolytischen Methode und benutzten zuerst aus verschiedenen Gründen Kalisalpeter, verwenden aber jetzt fast ausschließlich Rohrzucker. In diesem und

---

1) SABBATANI, Journ. de physiol. et de pathol. générale 3, 1901, p. 939.

dem folgenden Aufsatz sind nur die Salpeterwerte mitgeteilt. Wir hatten jedoch schon von Anfang an gelegentliche Kontrollversuche mit Rohrzucker ausgeführt und eine sehr gute Übereinstimmung gefunden.

Die volumnormalen Lösungen (1 Mol in 1000 cm^3 Lösung) wurden in ca. 20 cm^3 fassende, mit Glasstöpsel verschließbare Fläschchen eingefüllt und nach 1- bis 3maligem Gebrauch erneuert. Wir verwendeten Abstufungen von 0,01 oder 0,05 Mol KNO_3, die für uns vorläufig zu genügen schienen. War Plasmolyse bei einer bestimmten Konzentration noch nicht eingetreten, bei der höheren aber schon stark, so galt das Mittel als der gesuchte Wert.

Folgende Pflanzen gelangten zur Untersuchung: *Helleborus foetidus* (im Unterholz eines Buchenwaldes), *Urtica dioeca* (am Nordrand eines Fichtenwaldes), *Fagus silvatica* (Exemplare mitten aus dem Buchenwald), *Sedum acre* (Molassefelsen), *Funaria hygrometrica* (alte Mauer). Die Standorte sind kaum 3 Minuten vom Institut entfernt (*Sedum* und *Funaria* höchstens 15 Minuten). Die Wurzeln wurden mit Erde ausgegraben; letztere im Laboratorium rasch und sorgfältig unter Leitungswasser entfernt und die Oberfläche sofort mit Filtrierpapier abgetrocknet[1]. Epidermis und Schwammparenchym untersuchten wir an Flächenschnitten, die Palisaden an Querschnitten, die übrigen Gewebe an radialen oder tangentialen Längsschnitten. Die Schnitte blieben bei allen krautigen Teilen stets 25 Minuten in der Lösung, bei Stamm und Wurzel von *Fagus* 40 Minuten. Um die Grenzplasmolyse bei den verschiedenen Zellformen stets mit Sicherheit feststellen zu können, übte sich der Beobachter für jedes Objekt längere Zeit ein. Wir faßten jene Konzentration als Grenzkonzentration auf, bei welcher mehr als die Hälfte der untersuchten Zellen eben merkliche Plasmolyse zeigte.

Streng wurde darauf geachtet, das Untersuchungsmaterial möglichst rasch zu schneiden und in die Lösungen zu bringen; denn es zeigte sich, daß frei an der Luft liegende krautige Organe schon nach einer Viertelstunde einen höheren osmotischen Wert aufweisen können.

Daß auch die plasmolytische Methode ihre Fehlerquellen hat, ist genugsam bekannt. Manche von ihnen fallen ja gewöhnlich nicht in Betracht, müssen aber trotzdem zur Vorsicht mahnen. Man denke z. B. an die verwickelten Permeabilitätsverhältnisse, die unter Umständen Exosmose und Endosmose erlauben, oder an die völlige Ignorierung von Quellungs- und Zentraldruck; bezüglich der Verletzung bei Anfertigung der Schnitte sei auf die Bedeutung mechanischer Reizung bei Cynareen und Mimosen hingewiesen. Bei der Plasmolyse wurde auch eine Dehnung und Zerreißung des Plasmas festgestellt, die damit in Zusammenhang stehen dürfte, daß ein und dieselbe Zelle bei wiederholter Plasmolyse verschiedene Resultate liefern kann. Ceteris paribus ergeben kleine und besonders kugelige Zellen weniger genaue Werte, indem der zur Abhebung des Plasmas nötige Konzentrationsüberschuß der Außenlösung mit der Kleinheit der Zelle wächst. Wesentlich beeinflussen kann das Resultat auch eine Volumveränderung, welche die Zellen eventuell bei der Isolierung aus dem Gewebeverbande erleiden.

---

[1] Dieses unzweckmäßige Verfahren ist jetzt durch ein besseres ersetzt.

Zu erwähnen ist ferner die Temperatur. Sie schwankte in den Lösungen das ganze Jahr hindurch zwischen 14° und 18° C; es konnten daher die aus dem Freien geholten Zellen im Winter eine Temperaturerhöhung bis über 20° erfahren. Nun gilt eine Erwärmung von 20° für den plasmolytischen Gleichgewichtszustand als bedeutungslos; doch ist hierbei vorausgesetzt, daß chemische Umsetzungen, Regulationen oder in Betracht fallende Permeabilitätsänderungen fehlen. Bei der kurzen Versuchsdauer und der meist geringen Temperaturschwankung glaubten auch wir diese Voraussetzung machen zu dürfen. Zwar fand RYSSELBERGHE die Permeabilität der *Tradescantia*-Epidermis für KNO_3 bei 20° ca. 7mal größer als bei 0°, es waren aber zur Deplasmolyse immerhin noch 8 Stunden nötig.

Endlich sei als weitere Fehlerquelle die Kontraktion der Zellwand erwähnt. Auch sie wurde in den meisten bisherigen Untersuchungen vernachlässigt, mußte aber in unserem Falle notwendig berücksichtigt werden, denn die Volumenreduktion[1]) schwankte bei den untersuchten Pflanzenzellen zwischen 4 und 38 pCt., worüber in der ausführlichen Mitteilung genauere Angaben erfolgen werden.

A. Der osmotische Wert in verschiedenen Zellen desselben Gewebes.

1. Zellen in gleicher Höhe.

55 Versuchsreihen mit der Wurzelrinde von *Helleborus* ergaben, daß in 47 Fällen die inneren Zellschichten der Rinde einen höheren Wert besaßen, als die äußeren; in 6 Fällen verhielt es sich umgekehrt, in 2 Fällen war keine Differenz nachweisbar. Das gewöhnliche Verhalten zeigen die 5 Beispiele der folgenden Tabelle (a = junge Wurzel, b—e ältere Wurzeln).

---

1) Die Zellwand wurde nicht mitgemessen, was bei dünnen Wänden kaum in Betracht fällt, bei dicken aber von Bedeutung sein kann.

Zellschicht der Wurzelrinde	a	b	c	d	e
außen 1	0,344	0,382	0,373	0,433	0,433
2	0,373	0,382	0,382	0,433	0,433
3	0,382	0,396	0,396	0,453	0,453
4	0,382	0,396	0,396	0,453	0,453
5	—	0,396	0,417	0,453	0,474
6	—	0,417	0,435	0,474	0,495
7	—	0,435	0,453	0,495	0,516
8	—	0,435	0,435	0,495	0,495
innen 9	—	0,435	0,435	0,495	0,516

Bei der Wurzelrinde von *Urtica* war von 33 Fällen in 27 der osmotische Wert in der Innenrinde höher, in 3 Fällen niedriger und in 3 Fällen gleich. Bei der Wurzelrinde von *Fagus* war von 18 Fällen in 10 der osmotische Wert in der Innenrinde höher, in 4 Fällen niedriger und in 4 Fällen gleich. Von der *Sedum*wurzelrinde liegen nur 2 Beobachtungen vor, das einemal ist der Wert der Innenrinde höher, das zweitemal waren Differenzen nicht aufzufinden. Wo wir keine Differenzen nachweisen konnten, brauchen dieselben natürlich nicht zu fehlen, sondern können leicht bei feineren Abstufungen des Plasmolytikums zutage treten. Besonders interessant gestalten sich aber die Ausnahmen von der Regel. Ein Vergleich mit der Lufttemperatur (die Bodentemperatur wurde leider nicht gemessen) ergibt nämlich, daß fast jedesmal, wenn die Außenrinde den höheren osmotischen Wert zeigt, die Lufttemperatur vorher beträchtlich gesunken war. Zur Erläuterung diene folgende Beobachtung an einer *Urtica*-Wurzel vom Vormittag des 9. Dezember 1913: Innenrinde 0,578; Außenrinde 0,583.

Lufttemperatur 7. Dez. 8^h a. m. : 5 ° C
2^h p. m. : 4 ° C
9^h p. m. : 1 ° C
8. Dez. 2^h p. m. : 4,5 ° C
9. Dez. 9^h a. m. : — 3,4 ° C

Nun ist ja bekannt und soll an anderer Stelle durch weitere Beispiele belegt werden, daß eine Temperaturerniedrigung vielfach von einer Erhöhung des osmotischen Wertes begleitet ist. Es liegt also die Vermutung nahe, es könnte der ausnahmsweise hohe Wert der Außenrinde durch die parallel verlaufende Temperaturerniedrigung verursacht sein.

Ähnlich verhält es sich mit den Blattstielen. Bei der Stielrinde von *Helleborus* war von 66 untersuchten Fällen in 47 der osmotische Wert der Innenrinde höher, in 7 Fällen niedriger, in 12 Fällen gleich. Die Ausnahmen fallen noch um so weniger in

Betracht, als die Außenrinde im Maximum um 0,02 Mol höher war als die Innenrinde, während die Innenrinde die Außenrinde bis um 0,12 Mol übertraf. Ein analoges Verhalten zeigten *Fagus* und *Urtica*, doch waren die Messungen hier weniger zahlreich.

Weniger deutlich liegen die Dinge in der Stengelrinde. Bei *Helleborus* war von 65 Fällen in 35 der osmotische Wert der Innenrinde höher, in 24 niedriger, in 6 gleich. Bei *Urtica* war von 60 Fällen in 45 der osmotische Wert der Innenrinde höher, in 14 niedriger, in 1 gleich. Bei *Fagus* war von 69 Fällen in 19 der osmotische Wert der Innenrinde höher, in 30 niedriger, in 20 gleich. Bei *Sedum* war von 41 Fällen in 28 der osmotische Wert der Innenrinde höher, in 5 niedriger, in 8 gleich.

Verglichen wurde ferner in Stämmen und Ästen von *Fagus* das Verhalten der Markstrahlen beim Übergang vom Holz in die Rinde. Von 67 untersuchten Fällen war in 55 der osmotische Wert im Holz größer als in der Rinde, in 8 niedriger und in 4 gleich. Das Holzparenchym zeigte in derselben Höhe des *Fagus*stammes einen größeren Salpeterwert in den älteren Jahresringen, einen kleineren in den jüngeren. Die Holzmarkstrahlen, die in jüngeren und älteren Zweigen verglichen wurden, ergaben höhere Werte im älteren Zweig.

	Jahresringe				
	1-3 (außen)	4—6	7—10	11—12	13—16 (innen)
Holzparenchym des Stammes untersucht in Bohrspan	0,975	1,00	1,00	1,05	1,075

	Alter der Zweige							
	2	4	6—7	7	7	7	8	12
Liegende Holzmarkstrahlen	0,90	0,975	1,00	1,125	1,175	1,20	1,075	1,20
Stehende Holzmarkstrahlen	0,925	1,025	1,025	1,15	1,20	1,275	1,175	1,30
Gitterpalisaden . .	0,925	1,05	1,125	1,175	1,25	1,30	1,225	1,325

2. Zellen in verschiedener Höhe.

Im Stengel von *Helleborus* und *Urtica* nimmt der osmotische Wert in der Regel von oben nach unten zu. Zur Erläuterung diene eine Untersuchung an *Urtica*.

Internodium	Epidermis	Rinde		Leptomparenchym	Geleitzellen1)	Kambium	Hadromparenchym	Mark
		außen	innen					
(Basis) 1	0,585	0,531	0,525	0,603	0,72	0,54	0,659	0,125
2	0,54	0,552	0,525	0,60	0,72	0,54	0,636	0,40
3	0,495	0,577	0,581	0.62	0,72	0,54	0,636	0,45
4	0,45	0,531	0.525	0,64	0,72	0,56	0.636	0,425
5	0,425	0,552	0,525	0,60	0,742	0,52	0,617	0,40
6	0,413	0,51	0.469	0,56	0,72	0,54	0,595	0,40
7	0,434	0,489	0,45	0,54	0,677	0,52	0,552	0,40
8	0,413	0,466	0,431	0,56	0,677	0,48	0,552	0,425
9	0,413	0,435	0,394	0,50	0,677	0,48	0,51	0,41
(Spitze) 10	0,392	0.435	0,375	0,44	—	0,48	0,466	0,35

Unter 168 weiteren vergleichenden Messungen war nur in 14 Fällen der osmotische Wert unten schwach niedriger als oben. Bei der Buche verliefen die Unterschiede zwischen Stamm und Zweigen nicht typisch in einem bestimmten Sinne, ebenso nicht zwischen Zweigbasis, -mitte und -spitze. Die Bestimmungen in verschiedenen Stammhöhen sind noch zu wenig zahlreich um ein Urteil zu erlauben. Im *Sedum*-Stengel fand sich in 28 Fällen der höhere Wert unten, in 14 Fällen oben.

Im Blattstiel von *Helleborus* war in 12 Fällen der osmotische Wert höher an der Basis, in 2 Fällen an der Spitze, in 4 Fällen gleich.

Bei der *Helleborus*wurzel war der osmotische Wert an der Basis in 42 Fällen größer als an der Spitze, in 14 Fällen kleiner, in 7 Fällen gleich.

Bei der *Urtica*wurzel war der osmotische Wert an der Basis in 21 Fällen größer als an der Spitze, in 4 Fällen kleiner, in 5 Fällen gleich.

Bei der *Fagus*wurzel war der osmotische Wert an der Basis in 11 Fällen größer als an der Spitze, in 1 Falle kleiner, in 1 Falle gleich.

In der Blattspreite untersuchten wir die Gewebe in Intervallen von der Spitze (1) bis zur Basis (5) und in der Mitte der Spreite auch vom Mittelnerven (a) bis zum Rand (d). Die für *Helleborus* mitgeteilten Messungen 1—5 sind zu anderer Zeit ausgeführt worden als die Messungen a—d, was wohl zu beachten ist.

---

1) Geleitzellen nennen wir hier und im folgenden jene Zellen, die den Siebröhren dicht anliegen und vom übrigen Leptomparenchym sich deutlich unterscheiden. Im Leptom von *Helleborus* wurde nur unterschieden zwischen Siebröhren und Geleitzellen.

	Epidermis				Schwamm-parenchym	Palisaden-parenchym
	Mittelnerv Oberseite	Mittelnerv Unterseite	Unterseite	Oberseite		
1	0,48	0,52	0,403	0,50	0,638	0,892
2	0,50	0,54	0,42	0,50	0,638	0,892
3	0,54	0,58	0,408	0,52	0,675	0,91
4	0,56	0,58	0,42	0,54	0,656	0,91
5	0,56	0,58	0,487	0.56	0,694	0,927
a	—	—	0,367	0,46	0,712	0,91
b	—	—	0,385	0,44	0,712	0,875
c	—	—	—	—	—	0,875
d	—	—	0,367	0,40	0,675	0,84

Es steigt also der osmotische Wert von oben nach unten und von außen nach innen. Bei der nun folgenden *Urtica*-Spreite wurden alle Messungen an demselben Tage ausgeführt.

	Epidermis				Schwamm-parenchym	Palisaden-parenchym
	Mittelnerv Unterseite	Seitennerv	Unterseite	Oberseite		
1	0,338	—	0,375	0,357	0,60	0,884
2	0,375	—	0,398	0,375	0,60	0,884
3	0,398	—	0,432	0,412	0,60	0,906
4	0,393	—	0,45	0,412	0,62	0,928
5	0,393	—	0,485	0,45	0,64	0,942
6	0,432	—	0,506	0,468	0,66	0,96
7	0,45	—	0,506	0,485	0,64	0,96
a	—	0,432	0,485	0,45	0,64	0,928
b	—	0,482	0,468	0,45	0,62	0,906
c	—	0,412	0,45	0,412	0,62	0,906
d	—	0,375	0,412	0,393	0,62	0,884
e	—	0,375	0,393	0,375	0,60	0,884

Unter den zahlreichen Untersuchungen an der *Funaria*-Spreite sei die nachfolgende herausgegriffen.

	Blattspreite	Blattnerv
1	0,273	0.336
2	0,297	0,36
3	0,319	0,405
4	0,382	0,425
5	0,404	0,495

Blätter desselben Individuums, die in verschiedener Höhe inseriert waren, zeigten die folgenden Differenzen. (Stiel und Spreite jeweils in der Mitte gemessen.

Blattstiele von *Urtica*:

Nummer des Knotens	1 Basis	2	3	4	5	6	7	8	9 Spitze
Epidermis	0,44	0,424	0,424	0,408	0,424	0,408	0,387	0.367	0,367
Außenrinde	0,44	0,44	0,40	0,42	0,42	0,42	0,38	0,36	0,38
Innenrinde	0,48	0,44	0,44	0,46	0,44	0,42	0,42	0,40	0,40
Leptomparenchym . .	0,434	0,452	0,434	0,413	0,413	0,413	0 392	0,413	0,392
Geleitzellen	0,434	0,413	0,434	0,413	0,413	0,413	0,392	0,413	0,413
Kambium	0.424	0,44	0,424	0,408	0,424	0,424	0,408	0,408	0,408
Hadromparenchym . .	0,517	0,495	0,517	0,495	0,472	0,472	0.517	0,54	0,517
Mittelwert	0,453	0,443	0,439	0,431	0,429	0,424	0,414	0,414	0,411

Blattspreiten von *Urtica*:

Nummer des Knotens	1 Basis	2	3	4	5	6	7	8	9
Epidermis, Mittelnerv (Unterseite)	0,45	0,469	0,45	0,431	0,41	0,41	0,394	0,41	0,394
Epidermis Unterseite .	0,431	0,41	0,41	0,394	0,41	0,394	0,394	0,375	0,375
Epidermis Oberseite . .	0,469	0,45	0,45	0,41	0,439	0,439	0,41	0,41	0,394
Schwammparenchym .	0,62	0,62	0,64	0,64	0,62	0,60	0.58	0.60	0,60
Palisadenparenchym . .	0,937	0,937	0,937	0,956	0,975	0,956	0,956	0,956	0,919
Mittelwert	0,581	0,577	0,577	0,566	0,571	0,560	0,547	0,550	0,536

Bei *Urtica* nimmt also der osmotische Wert in Stiel und Spreite ab von der Basis zur Spitze des Sprosses; in der gleichen Richtung nimmt auch Alter und Größe der Blätter ab, so daß wir also in den jüngsten Blättern dem kleinsten osmotischen Wert begegnen.

Wir gelangen somit zu einem andern Resultat als E. PRINGSHEIM[1]), der allerdings für andere Pflanzen fand, „daß der Turgordruck von der Basis nach der wachsenden Spitze hin zunimmt“.

Bei *Fagus* wurden möglichst gleich große und gleich alte Spreiten an demselben Stamm in verschiedenen Höhen verglichen. Aus den folgenden 4 Versuchsreihen geht übereinstimmend hervor, daß zwischen dem osmotischen Wert und der Insertionshöhe des Blattes durchaus kein gesetzmäßiger Zusammenhang nachgewiesen werden konnte; vielfach haben allerdings die obersten Blätter höhere Werte als die untersten.

Höhe über dem Boden	1 m	2,5 m	4 m	5,5 m
Epidermis Unterseite	0,394	0,431	0,41	0,41
„ Oberseite	0,408	0,424	0,44	0,424
Schwammparenchym	0,601	0,62	0,681	0,639
Palisadenparenchym	0,975	0,975	0,956	0,975
Nervenparenchym (Mittelnerv). . . .	0,42	0,40	0,42	0,44
„ (Seitennerv)	0,44	0,44	0.42	0,44
Mittel	0,540	0,548	0,546	0,556

---

1) E. PRINGSHEIM, Wasserbewegung und Turgorregulation. Jahrb. f. wiss. Bot. 43, 1906, p. 111.

Höhe über dem Boden	0,5 m	1 m	5 m	7 m
Epidermis Mittelnerv Unterseite	0,40	0,40	0,425	0,425
„ Seitennerv I „	0,375	0,35	0,40	0,40
„ Seitennerv II „	0,375	0,35	0,425	0,375
„ Unterseite	0,30	0,294	0,394	0,31
„ Oberseite	0,294	0,30	0,394	0,30
Schwammparenchym	0,522	0,563	0,542	0,542
Palisadenparenchym	0,975	1,030	0,994	1,047
Mittel	0.463	0,469	0,511	0,486

Höhe über dem Boden	1 m	2 m	4 m	5,5 m
Epidermis Mittelnerv Unterseite	0,506	0,506	0,525	0,524
„ Seitennerv „	0,563	0,55	0,575	0,575
„ Unterseite	0,45	0,431	0,41	0,41
„ Oberseite	0,44	0,465	0,44	0,44
Schwammparenchym	0,66	0,64	0,655	0,64
Palisadenparenchym	0,937	0.956	0,937	0,919
Mittel	0,593	0,591	0,590	0,585

Höhe über dem Boden	10 cm	1,5 m	3 m	4,5 m
Epidermis Unterseite	0,356	0,375	0,356	0,394
„ Oberseite	0,387	0,387	0,367	0.408
Schwammparenchym	0,582	0,582	0,563	0,582
Palisadenparenchym	0,919	0,956	0.956	0,937
Mittel	0,561	0,575	0,561	0,580

B. Der osmotische Wert in verschiedenen Geweben derselben Pflanze.

In einer bestimmten Pflanze ist der osmotische Wert desselben Gewebes verschieden 1. je nach der Witterung, 2. bei möglichster Konstanz derselben je nach der Tages- und Jahreszeit, 3. vielfach je nach der Lage im Pflanzenkörper. Für jedes Gewebe werden daher im folgenden mehrere Messungen mitgeteilt, die zu verschiedenen Jahreszeiten unter möglichst normalen Außenverhältnissen an jener Stelle ausgeführt wurden, die nach unseren früheren Erfahrungen Mittelwerte ergibt.

1. *Helleborus foetidus.* Es wurden gemessen: die Blattspreite in der Mitte zwischen Basis und Spitze unmittelbar neben dem Mittelnerv, der Blattstiel in der Mitte, seine Rinde auf der Unterseite; der Stengel oben (d. h. über der Blattregion) und unten (d. h. unmittelbar über dem Boden); die Wurzel an der Spitze und ca. 4 cm hinter derselben.

Blattspreite:

Datum der Untersuchung	Epidermis			Schwamm-parenchym	Palisaden-parenchym
	Mittelnerv Unterseite	Unterseite	Oberseite		
29. I. 13	0,50	0,437	0,50	0,675	0,977
26. III. 13	0,50	0,455	0,52	0,656	0,91
26 V. 13	0,40	0,332	0,42	0,544	0,84
7. VI. 13	0,36	0,332	0,36	0,544	0,769
17. VIII. 13	0,52	0,42	0,48	0,525	0,875
23. X. 13	0,42	0.385	0,40	0,508	0,857
Mittelwert	0,45	0,394	0,447	0,575	0,871

Blattstiel:

Datum der Untersuchung	Epidermis	Außenrinde	Innenrinde	Geleitzellen	Kambium	Hadromparenchym
7. I. 13	0,525	0,56	0,56	0,525	0,525	0,516
26. III. 13	0,506	0,52	0,54	0,569	0,591	0,56
16. IV. 13	0,431	0,50	0,52	0,569	0,547	0,538
11. VI 13	0.375	0,46	0,48	0,562	0,585	0,585
31. VII. 13	0,394	0,46	0.52	0,613	0,591	0,489
23. X. 13	0,431	0,48	0,54	0.652	0,489	0,538
Mittelwert	0,444	0,497	0,527	0,582	0,555	0,538

Stengel oben:

Datum der Untersuchung	Epidermis	Außenrinde	Innenrinde	Geleitzellen	Kambium	Hadromparenchym	Markzellen
13. I. 13	0,431	0,435	0,435	0,472	0,447	0,466	0,495
11. III. 13	0.487	0,471	0,495	0,562	0,551	0,552	0,585
23. VI. 13	0.425	0,54	0,517	0,585	0,562	0,607	0,489
9. VII. 13	0,431	0,417	0,435	0.562	0,562	0,495	0,45
19. IX. 13	0,607	0.585	0,63	0,607	0,607	0,63	0,595
17. XI 13	0,517	0.54	0,562	0,63	0,585	0.607	0,495
Mittelwert	0,483	0,498	0,512	0,570	0,552	0,560	0.518

Stengel unten:

5. I. 13	0,525	0,527	0,509	0,517	0,[illegible]1	0,531	0,517
11. III. 13	0,626	0,607	0,63	0,577	0,577	0,595	0,552
23. VI. 13	0,45	0,585	0,562	0,562	0,585	0,607	0.51
9. VII. 13	0,45	0,45	0,472	0.54	0,54	0,562	0.45
19. IX. 13	0,585	0,698	0,698	0,652	0,652	0,675	0,62
17. XI. 13	0.495	0,585	0,562	0,54	0.517	0,54	0.495
Mittelwert	0,522	0,575	0,572	0,565	0,564	0,585	0,524

Wurzel:

Datum der Untersuchung	Spitze	4 cm hinter der Spitze				
	Epidermis	Außenrinde	Innenrinde	Geleitzellen	Kambium	Hadromparenchym
7. I. 13	0.548	0,684	0,613	0,562	0,54	0,54
11. III. 13	0,56	0,469	0,431	0,63	0,585	0.607
23. VI. 13	0,508	0,404	0,552	0.562	0,54	0.585
9. VII. 13	0,508	0,41	0,447	0,585	0,516	0,538
19. IX. 13	0,56	0,577	0,636	0,63	0,63	0,63
17. XI. 13	0,577	0,60	0,60	0.585	0,562	0,607
Mittelwert	0,543	0,516	0,547	0,592	0,562	0,585

Mittelwerte von *Helleborus*:

	Epidermis	Schwammparenchym	Palisadenparenchym	Außenrinde	Innenrinde	Geleitzellen	Kambium	Junge Siebröhren	Hadromparenchym	Markzellen
Blattspreite . . .	0,430[1]	0,575	0,871	—	—	—	—	—	—	—
Blattstiel	0,444	—	—	0,497	0,527	0,582	0,555	—	0,538	—
Stengel oben . .	0,483	—	—	0,498	0,512	0,570	0,552	—	0,560	0.518
„ unten . .	0,522	—	—	0,575	0,572	0,565	0,564	—	0,585	0,524
Wurzel	0,543	—	—	0,516	0,547	0.592	0,562	0,630	0,585	—
Gesamtmittel	0,484	0,575	0,871	0,522	0,539	0,577	0,558	0,630	0,567	0,521

2. *Urtica dioica.* Es wurden gemessen: die Blattspreite in der Mitte zwischen Spitze und Basis neben dem Mittelnerv; der Blattstiel in der Mitte; der Stengel im dritten oder vierten Internodium, von dem auch die Blätter stammen; die Wurzel in der Mitte zwischen Basis und Spitze.

Blattspreite:

Datum der Untersuchungen	Epidermis			Schwammparenchym	Palisadenparenchym
	Mittelnerv	Unterseite	Oberseite		
8. IV. 13	0,410	0,471	0,487	0,64	1,081
16. VI. 13	0,469	0,506	0,469	0,58	0,956
20. VIII. 13	0.469	0,453	0,487	0,66	1,013
23. X. 13	0,525	0.562	0.581	0,66	1,058
Mittelwert	0,468	0,498	0,506	0,635	1,015

---

1) Mittel aus Mittelnerv, Unter- u. Oberseite.

Blattstiel:

Datum der Untersuchung	Epidermis	Außenrinde	Innenrinde	Geleitzellen	Leptomparenchym	Kambium	Hadromparenchym
8. IV. 13	0,465	0,50	0,44	—	0,516	0,585	0,54
6. VI. 13	0,40	0,346	0,341	0,443	0,41	0,45	0,594?
3. VII. 13	0,325	0,34	0,38	0,503	0,434	0,367	0,503
15. IX. 13	0,424	0.42	0,46	0,547	0,495	—	0,607
23. X. 13	0.50	0,474	0,471	0,742 ?	0,490	0,54	0,624
Mittelwert	0,423	0,416	0,418	0,557	0,469	0,485	0,574

Stengel:

Datum der Untersuchung	Epidermis	Außenrinde	Innenrinde	Leptomparenchym	Geleitzellen	Kambium	Hadromparenchym	Markzellen
8. IV. 13	0,472	0,525	0,525	0,562	0,63	0,562	0,562	0,48
6. VI. 13	0,436	0,378	0,501	0.405	0,506	0,54	0,518	0,40
3. VII. 13	0,405	0,45	0,487	0.54	0,54	0,54	0,607	0,40
15. IX. 13	0,603	0,569	0,613	0,652	0,72	0,675	0,690	—
25. XI. 13	0,50	0,598	0,631	0,602	0,728	0,582	0,693	0,603
Mittelwert	0,483	0,504	0,551	0,552	0,625	0,580	0,614	0,471

Wurzel:

Datum der Untersuchung	Außenrinde	Innenrinde	Leptomparenchym	Geleitzellen	Kambium	Hadromparenchym
8. IV. 13	0,502	0,544	0,482	0,63	0,597	0,585
6. VI. 13	0,45	0,469	0,503	0,577	0,522	0,495
3. VII. 13	0,40	0,42	0,504	0,540	0.54	0,517
15. IX. 13	0,581	0,60	0,652	0,63	0,63	0,675
25. XI. 13	0,548	0,548	0,525	0,604	0,607	0,63
Mittelwert	0,496	0,516	0,533	0,596	0,579	0,580

Mittelwerte von *Urtica*:

	Epidermis	Schwammparenchym	Palisadenparenchym	Außenrinde	Innenrinde	Leptomparenchym	Geleitzellen	Kambium	Hadromparenchym	Markzellen
Blattspreite	0,491[1])	0,635	1,015	—	—	—	—	—	—	—
Blattstiel	0.423	—	—	0,416	0,418	0,469	0,557	0,485	0,574	—
Stengel	0,483	—	—	0,504	0,551	0,552	0,625	0,580	0,614	0,471
Wurzel	0,496[2])	—	—	0.496	0,516	0.533	0,596	0,579	0,580	—
Gesamtmittel	0,473	0,635	1,015	0,472	0,495	0,518	0,556	0,548	0,59	0,471

---

1) Mittel aus Mittelnerv unten, Unterseite und Oberseite.

2) Wurzelspitze.

3. *Fagus silvatica.* Es wurden gemessen an demselben 5 m hohen Exemplar: die Spreite in der Mitte zwischen Basis und Spitze neben dem Mittelnerv (von der Spitze des Baumes); der Zweig 1 m unter der Baumspitze (an der Untersuchungsstelle ca. 0,5 cm dick); der Stamm 1,5 m über dem Boden (junge Partien aus sek. Rinde und Holz); die Wurzel 15—20 cm von deren Spitze entfernt 1 mm dick).

Blattspreite:

Datum der Untersuchung	Epidermis		Schwamm-parenchym	Palisaden-parenchym
	Oberseite	Unterseite		
9. V. 13	0,424	0,41	0,62	0,975
5. VII. 13	0,367	0,337	0,522	0,937
30. VIII. 13	0,325	0,356	0,639	1,013
28. X. 13	0,387	0,356	0,502	1,142
Mittelwert	0,376	0,365	0,571	1,017

Zweig:

Datum der Untersuchung	I Außenrinde	I Innenrinde	Leptomparenchym	Geleitzellen	Kambium	Holzparenchym	Rindenmarkstrahl	Holzmarkstrahl
20. I. 14	0,675	0,70	0.517	0,625	0,60	1,225	0,80	1,15
24. III. 14	0,675	0,65	0,625	0,70	0,65	1,175	0,825	1,025
9. V. 13	0,65	0,65	0,63	0,775	0,675	0,825	0,775	0.80
5. VII. 13	0,70	0,70	0,562	0,85	—	0,925	0,80	0,80
30. VIII. 13	0.65	0,70	0,562	0,675	0,625	0,925	0,875	0,925
28. XI. 13	0,65	0,625	0,54	0,70	0,65	0.975	0,775	1,025
Mittelwert	0,667	0,671	0,573	0,721	0,64	1,008	0,808	0,954

Stamm:

20. I. 14	0,65	0,675	0,495	0,725	0,65	1,10	1,10	1,125
24. III. 14	0,65	0,65	0,585	0,70	0,65	1,075	1,075	0,875
9. V. 13	0,70	0,725	0,652	0,80	0,675	0,85	0,675	0,725
5. VII. 13	0,75	0,725	0,517	0,80	0,60	0,95	0,825	0,775
30. VIII. 13	0,75	0,75	0,517	0,675	0,625	0.875	0,925	1,00
28. XI. 13	0,675	0,65	0,607	0,775	0.625	0,925	0,975	1,025
Mittelwert	0,696	0,696	0,562	0,746	0,638	0,963	0,929	0,921

Wurzel:

Datum der Untersuchung	Außenrinde	Innenrinde	Leptomparenchym	Geleitzellen	Kambium	Holzparenchym
20. I. 14	0,725	0,70	0,527	0,70	0,60	1,275
24. III. 14	0,65	0,675	0,70	0,675	0,65	0,925
9. V. 13	0,675	0,725	0,562	0,70	0,625	0,80
5. VII. 13	0,60	0,575	0,472	—	0,625	0,875
30. VIII. 13	0,625	0.725	0,63	0,725	0,625	0,875
28. XI. 13	0,625	0,625	0,607	0,70	0.625	1,125
Mittelwert	0,650	0,671	0,583	0,70	0,625	0,979

Mittelwerte von *Fagus*:

	Epidermis	Schwammparenchym	Palisadenparenchym	Außenrinde	Innenrinde	Leptomparenchym	Geleitzellen	Kambium	Holzparenchym	Rindenmarkstrahl	Holzmarkstrahl
Blattspreite .	0,371[1]	0,571	1,017	—	—	—	—	—	—	—	—
Zweig . . .	—	—	—	0,667	0,671	0,573	0,721	0,64	1,008	0,808	0,954
Stamm . . .	—	—	—	0,696	0,696	0,562	0,746	0,638	0,963	0,929	0,921
Wurzel . . .	—	—	—	0.65	0,671	0,583	0,70	0,625	0,979	—	—
Gesamtmittel	0,371	0,571	1,017	0,671	0,679	0,573	0,722	0,634	0,983	0,869	0,938

4. *Sedum acre.* Es wurden gemessen: im Blatt die Epidermis auf der Oberseite und das anliegende Mesophyll; der Stengel beim Übergang vom blattlosen zum blatttragenden Teil; die Wurzel ca. 1 cm hinter der Spitze.

Datum der Untersuchung	Blatt		Stengel						Wurzel	
	Epidermis	Mesophyll	Epidermis	Außenrinde	Innenrinde	Geleitzellen	Kambium	Hadromparenchym	Epidermis	Parenchym
18. IV. 13	0,25	0,319	0,25	0,34	0.40	0,472	0,46	0,613	0,50	0,52
28. V. 13	0,205	0,243	0,25	0,330	0,34	0,562	0,405	0,437	0,44	0.48
14. VI. 13	0,367	0.36	0,264	0,32	0,34	0,517	0,405	0,517	0,38	0,38
14. VII. 13	0.297	0,325	0,328	0,38	0,40	0,482	0,395	0,482	0,42	0,44
18. IX. 13	0,297	0,375	0,297	0,34	0.40	0,46	0,395	0,46	0,48	0,50
24. XI 13	0.288	0,356	0,25	0,38	0,38	0.46	0,405	0.46	0,54	0,52
Mittelwert	0,284	0,330	0,273	0,348	0,377	0,492	0,411	0,495	0,46	0,473

---

[1] Mittel aus Unter- und Oberseite.

Zusammenstellung der Gesamtmittel.

	Epidermis	Schwamm-parenchym	Palisaden-parenchym	Außenrinde	Innenrinde	Leptom-parenchym	Geleitzellen	Kambium	Hadrom-parenchym	Markzellen	Rindenmark-strahlen	Holzmark-strahlen
Helleborus . .	0,484	0 575	0,871	0,522	0,532	—	0,577	0,558	0,567	0,521	—	—
Urtica	0,473	0,635	1,015	0,472	0,495	0,518	0,556	0,548	0,59	0,471	—	—
Fagus	0,371	0,571	1,017	0,671	0,679	0,573	0,722	0,634	0,983	—	0,869	0,938
Sedum . . .	0.278	0,330		0,348	0,377	—	0,492	0,411	0,495	—	—	—

Die wichtigsten Resultate lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

a) Nicht zu weit voneinander entfernte Zellen desselben Gewebes zeigen in gleicher Höhe über dem Boden annähernd denselben Wert, wenn sie derselben Schicht angehören.

b) Eng benachbarte Zellen desselben Gewebes können wesentlich differieren, sobald sie verschiedenen Schichten angehören.

c) In ungleicher Distanz vom Boden zeigt der osmotische Wert in demselben Gewebe bedeutende Unterschiede; er ist in Wurzel, Stengel, Blattstiel und Spreite gewöhnlich an der jeweiligen Basis größer als an der Spitze.

d) Der osmotische Wert ist in jüngeren Blättern kleiner als in älteren und nimmt daher in den *Urtica*-Spreiten von der Basis gegen die Spitze der Pflanze hin ab.

e) Bei gleich alten *Fagus*-Blättern konnte zwischen dem osmotischen Wert und der Insertionshöhe des Blattes kein gesetzmäßiger Zusammenhang nachgewiesen werden.

f) Unter den verschiedenen Gewebeformen der ganzen Pflanze besaßen den höchsten Wert bei *Helleborus* und *Urtica* die Palisaden, bei *Fagus* Palisaden, Holzparenchym und Holzmarkstrahlen. Die Minima fanden sich bei *Helleborus* und *Fagus* in der unteren Blattepidermis, bei *Urtica* in der Blattstielrinde.

g) *Sedum* zeigt in allen Geweben relativ kleine Werte, wie das für Fettpflanzen charakteristisch ist.

10. A. Ursprung und G. Blum: Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 24. Februar 1916.)

Unsere zunächst auf andere Ziele gerichteten Untersuchungen ergaben einige Resultate, welche zur Kenntnis der täglichen, weniger der jährlichen Schwankungen beitragen können. Die Methodik ist dieselbe wie in der vorhergehenden Arbeit.

I. Die täglichen Schwankungen.

Um möglichst vergleichbare Werte zu erhalten, wurden Tage mit annähernd gleichmäßiger Witterung ausgewählt. Die Untersuchung eines bestimmten Gewebes erfolgte in Intervallen von je 3 Stunden, da die Messung aller Gewebe bei konzentrierter Arbeit diese Zeit gerade ausfüllte. Die einzelnen Organe wurden stets in derselben Reihenfolge geprüft, so daß zwischen 2 aufeinanderfolgenden Messungen desselben Gewebes je 3 Stunden liegen.

Es wurden gemessen bei *Helleborus foetidus:* die Blattspreite in der Mitte zwischen Basis und Spitze, unmittelbar neben dem Mittelnerv; der Blattstiel in der Mitte zwischen Basis und Spitze, auf der Unterseite; der Stengel in der oberen Hälfte der Blattregion; die Wurzel etwa 5 cm hinter der Spitze;

bei *Urtica dioica*: Spreite und Stiel wie bei *Helleborus;* der Stengel im dritt- oder viertjüngsten Internodium, dem auch die Blätter entstammten; die verkorkte Wurzelpartie im apikalen Drittel; die Wurzelspitze unmittelbar hinter derselben;

bei *Sedum acre:* der Stengel in der unteren Hälfte der Blattregion; die Wurzel unmittelbar hinter der Spitze.

Zunächst sei die Tagesperiode der Spreiten mitgeteilt bei *Helleborus*, *Urtica*, *Fagus*, *Sedum* und *Funaria*. Zum Vergleiche sind aus den Aufzeichnungen der meteorologischen Station und eigenen Beobachtungen die relative Feuchtigkeit, die Lufttemperatur etc. beigefügt. Die Angaben über die relative Feuchtigkeit der Luft stammen stets von der meteorologischen Station, die vom Standort unserer Pflanzen ziemlich weit entfernt ist und wesentlich andere Feuchtigkeitsverhältnisse zeigen kann. Zu jeder Messungsserie wurde ein und dasselbe Individuum benützt; so stammen also alle *Helleborus*-Blätter vom 3./4. II. 1913 von derselben Pflanze.

Spreite von *Helleborus:*

	2. II. 1913	3. II. 1913							4. 2. 1913			9. III. 1913						10. III. 1913		
	9.30 p.	5h a.	8h a.	11h a	2h p	5h p.	8h p.	11h p	2h a.	5h a	8h a.	8h a	11h a	2h p	5h p.	8h p	11h p	2h a.	5h a.	8h a.
Epidermis Mittelnerv Unters.		0,50	0,52	0,56	0,58	0,52	0,50	0,52	0,50	0,48		0,52	0,56	0,58	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Epidermis Unterseite		0,367	0,385	0,402	0,42	0,437	0,385	0,402	0,402	0,385		0,385	0,402	0,42	0,402	0,385	0,35	0,35	0,367	0,305
Epidermis Oberseite		0,42	0,46	0,50	0,52	0,50	0,46	0,46	0,44	0,42		0,44	0,50	0,54	0,52	0,46	0,44	0,42	0,42	0,44
Schwammparenchym		0,618	0,618	0,656	0,712	0,694	0,675	0,656	0,637	0,618		0,619	0,656	0,714	0,714	0,694	0,638	0,619	0,60	0,619
Palisadenparenchym		0,822	0,857	0,892	0,892	0,875	0,857	0,84	0,822	0,84		0,857	0,875	0,875	0,857	0,84	0,822	0,822	0,787	0,805
Mittelwert		0,545	0,568	0,602	0,625	0,605	0,575	0,576	0,560	0,519		0,564	0,599	0,626	0,595	0,572	0,546	0,538	0,531	0,530
Relative Feuchtigkeit . .	80		98	—	90	—	100		—	—	100	90	—	64	—	77				
Lufttemperatur	0,9	—	- 1,7	—	+1,9	—	—4,0		—	—	—4,6	—2,4	—	+2,5	—	−1,6				
B=bedeckt od. Nacht, S=Sonne		—	B		B	—	B	—	—	—	—	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Windstärke	2	-	3		2	—	1		—	—	2	1	—	2	1	0	0	0	0	0
Tägliche Regenmenge . .		—	9,0	—	—	—	—	—	—	—	0,1	11,5	—	—	—	—	—	—	—	0
Regen		—	—	—	0	—	—	—	—	—	0	—	-	—	—	—	—	—	—	0

Spreite von *Urtica:*

	8. IX 1913	9. IX. 1913							10. IX. 1913		
	9.30 p	5 h a.	8 h a.	11 h a.	2 h p.	5 h p.	8 h p	11 h p	2 h a	5 h a.	8 h a.
Epidermis Mittelnerv Unterseite . .		0,469	0,469	0,487	0,487	0,487	0,469	0,469	0,469	0,469	
Epidermis Unterseite		0,45	0,469	0,487	0,487	0,487	0,469	0,45	0,431	0,45	
Epidermis Oberseite		0,431	0,45	0,487	0,506	0,487	0,487	0,45	0,45	0,481	
Schwammparenchym		0,562	0,581	0,60	0,619	0,60	0,60	0,581	0,581	0,581	
Palisadenparenchym		0,923	0,942	0,976	0,976	0,976	0,994	0,976	0,942	0,942	
Mittelwert		0,567	0,582	0,607	0,615	0,607	0,604	0,585	0,575	0,575	
Relative Feuchtigkeit	100	—	100	—	89	—	100		—	—	100
Lufttemperatur . . .	14,5	—	11,5	—	19,2	--	14,8		—	—	13,6
B=Bedeckt od. Nacht, S=Sonne	B	—	B	—	S	—	—	—	—	—	B
Windstärke.	1	—	1	—	1	—	2		—	—	3
Tägl. Regenmenge .		—	2,3	—	—	—	—	—	—	—	1,2
Regen (R)		—	0	—	R	—	—	—	—	—	R

Spreite von *Fagus:*

	4. VII. 1913	5. VII. 1913							6. VII. 1913		
Epidermis Unterseite		0,337	0,356	0,375	0,394	0,394	0,356	0,356	0,337	0,337	
Epidermis Oberseite		0,349	0,349	0,367	0,408	0,408	0,387	0,387	0,367	0,367	
Schwammparenchym		0,489	0,522	0,542	0,563	0,542	0,542	0,522	0,503	0,483	
Palisadenparenchym		0,919	0,937	0,937	0,956	0,956	0,937	0,937	0,919	0,919	
Mittelwert		0,524	0,541	0,555	0,580	0,575	0,555	0,550	0,532	0,528	
Relative Feuchtigkeit	75		83		80		91				98
Lufttemperatur . . .	13,5		13,6		15,3		13,6				12,8
B=Bedeckt od. Nacht S = Sonne . . .	B		B		B		B				B
Windstärke	0		1		1		2				2
Tägl. Regenmenge .			0								7,6
Regen (R)			0		0						R

Spreite von *Sedum.*

	24. VIII. 1913	25. VIII. 1913							26. VIII. 1913		
Epidermis		0,221	0,25	0,264	0,264	0,236	0,236	0,221	0,221	0,221	
Mesophyll		0,336	0,361	0,363	0,387	0,377	0,347	0,347	0,336	0,336	
Mittelwert		0,279	0,306	0,314	0,326	0,306	0,292	0,284	0,279	0,279	
Relative Feuchtigkeit	88		100		66		84				100
Lufttemperatur . .	18,4		16,8		21,4		16,2				14,8
B = Bedeckt od. Nacht S = Sonne	B		B		S		B				S
Windstärke . . .	0		0		1		1				1
Tägl. Regenmenge .			4								0
Regen			0		0						0

Spreite von *Funaria*:

		28. VIII. 1913	27. VIII. 1913							28. VIII. 1913
		9^{30} p.	3^h a.	6^h a.	9^h a.	1^h p.	5^h p.	8^h p.	12^h p.	8^h a
Spreite (oben)	1		0,319	0,297	0,297	0,319	0,34	0,404	0,359	
	2		0,34	0,319	0,34	0,404	0,382	0,466	0,382	
	3		0,382	0,354	0,382	0,447	0,435	0,51	0,404	
	4		0,435	0,382	0,447	0.406	0,447	0,531	0,447	
(unten)	5		0,489	0,447	0,531	0,489	0,51	0,552	0,466	
Nerv	1		0,405	0,54	0,562	0,45	0,472	0,425	0,45	
	2		0,45	0,607	0,652	0,517	0,54	0,517	0,517	
	3		0,517	0,652	0,675	0,562	0,607	0,54	0,562	
	4		0,585	0,675	0,698	—	0,652	0,63	0,652	
	5		0,607	0,698	0,72	0,675	0,72	0,698	0,72	
Mittelwert			0,453	0,497	0,530	0,475	0,511	0,527	0,496	
Relative Feuchtigkeit .		90	—	100		79	—	95	—	100
Lufttemperatur . . .		17	—	13,8		22,2	—	18,0	—	14,8
B=Bedeckt od. Nacht, S=Sonne		B	—	S		S	—	B	—	S
Windstärke		1	—	1		1	—	0	—	1
Tägliche Regenmenge .		—	—	0		—	—	—	—	0
Regen		0	—	0		0	—	0	—	0

Eine bessere Übersicht als die Tabellen erlaubten die aus obigen Zahlenwerten konstruierten Kurven. Folgende Abkürzungen wurden benutzt: Epidermis Mittelnerv Unterseite (Ep. N. U.), Epidermis Unterseite (Ep. U.), Epidermis Oberseite (Ep. O.), Schwammparenchym (S. p.), Palisadenparenchym (P. p.), Relative Luftfeuchtigkeit (F.), Temperatur (T.), Mesophyll (M.), Nerv (N.).

(Abb. 1 nebenstehend).

Ähnlich wie die Blätter verhalten sich im allgemeinen auch die ganzen Pflanzen, für welche wir im folgenden Tabellen und Kurven mitteilen. Folgende Abkürzungen wurden benützt: Außenrinde (A. R.), Innenrinde (I. R.), Leptomparenchym (L. p.), Geleitzellen (G.), Kambium (K.), Hadromparenchym (H. p.), Mark (Mk.). Wurzelhaar (W.h.), Wurzelspitze (W.sp.), Parenchym (P.).

Die Organe wurden in der Reihenfolge untersucht, in der sie in den Tabellen angegeben sind. Die in Kolonne 2^h p. angeführten Wurzelwerte wurden daher nicht um 2^h p., sondern gegen 4^h p. gefunden.

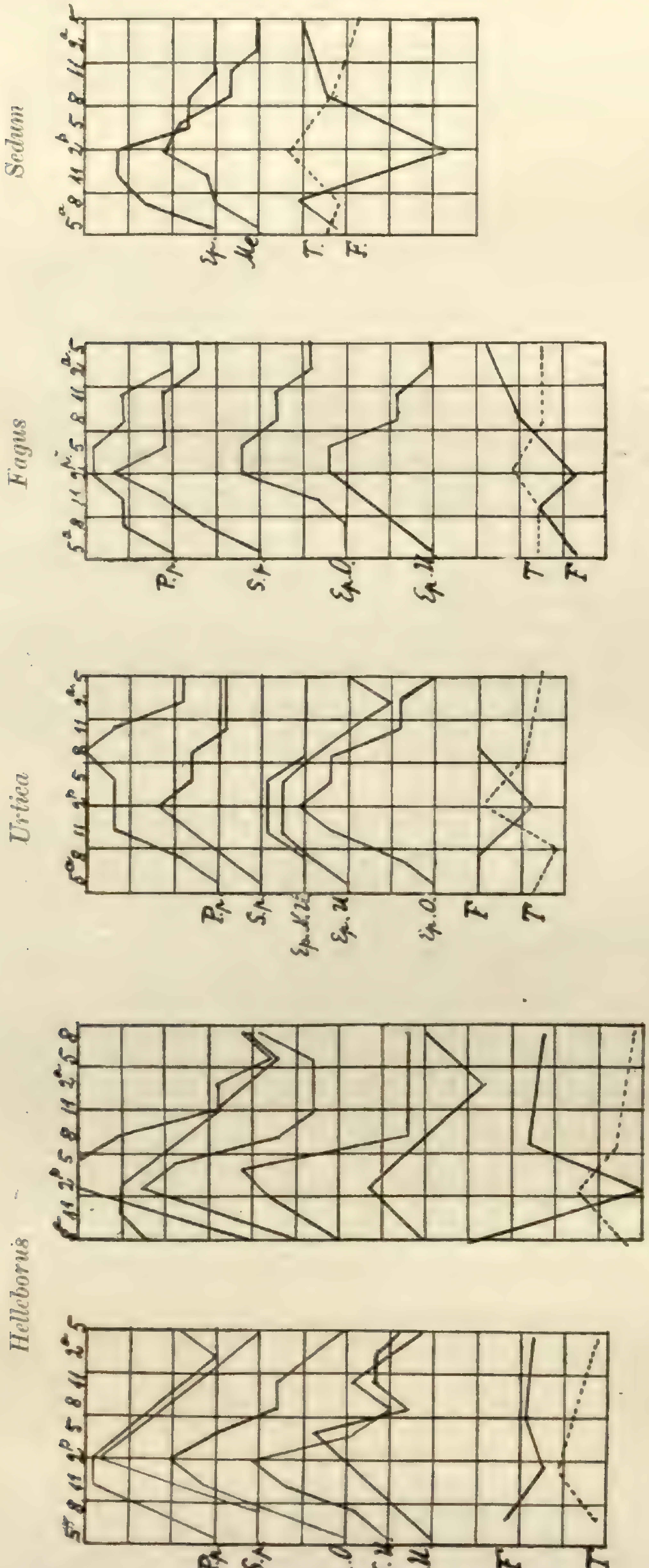
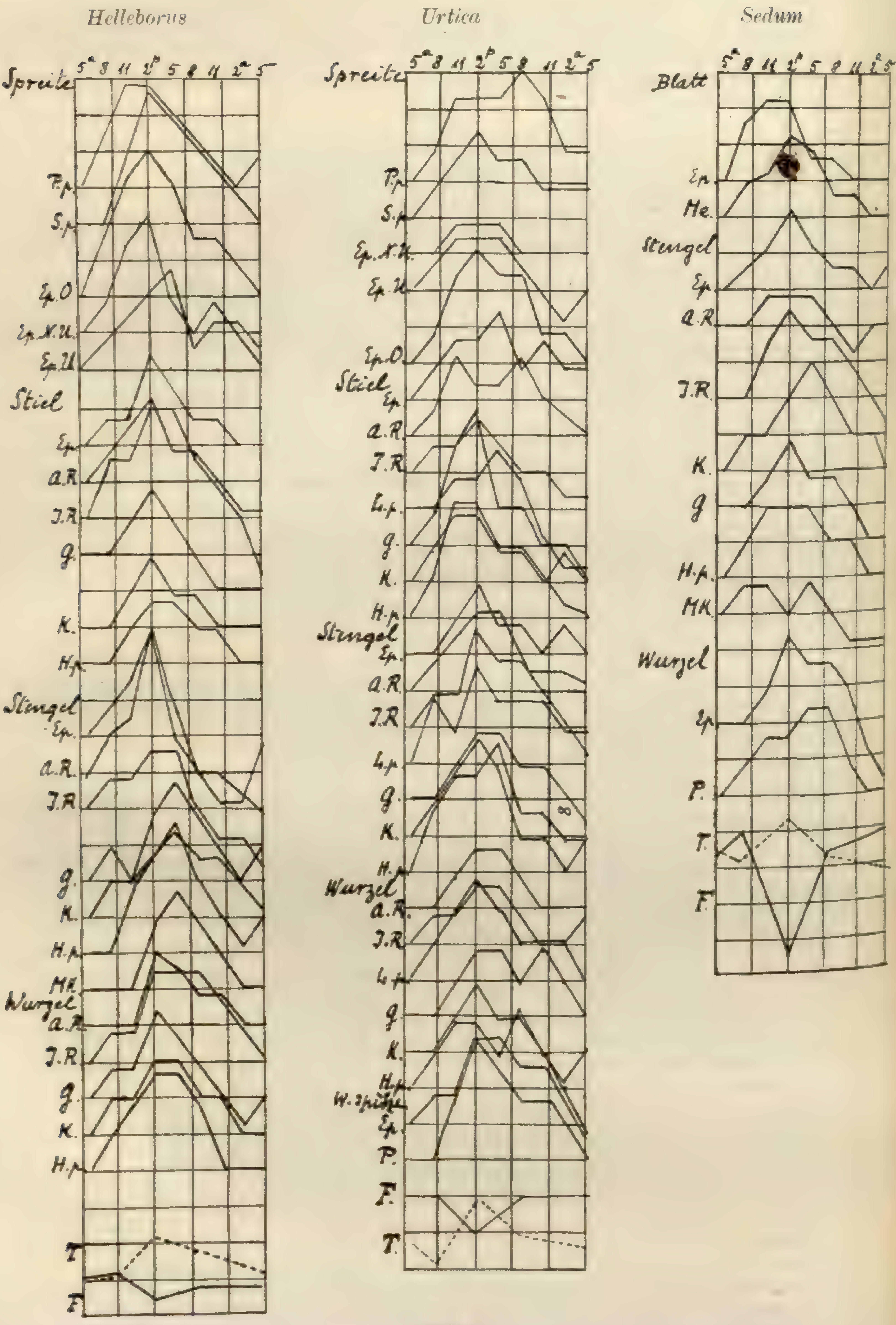

Sedum
5a 8 11 2p 5 8 11 2a 5
Ep.
Me
T.
F.
Fagus
5a 8 11 2p 5 8 11 2a 5
P.p.
S.p
Ep.O.
Ep.U.
T
F
Urtica
5a 8 11 2p 5 8 11 2a 5
P.p
S.p
Ep.K.Z.
Ep.U
Ep.O.
F
T
Helleborus
5a 8 11 2p 5 8 11 2a 5 8
P.p.
S.p
Ep.O.
Ep.T.U.
Ep.U.
F
T
5a 8 11 2p 5 8 11 2a 5

Abb. 1.

Helleborus 3—4. II. 1913	5^h a.	8^h a	11^h a.	2^h p.	5^h p.	8^h p.	11^h p.	2^h a.	5^h a.
Blattspreite.									
Epidermis Mittelnerv Unterseite . . .	0,50	0,52	0,56	0,58	0,52	0.50	0,52	0,50	0,48
Epidermis Unterseite	0,367	0,385	0,402	0,42	0,437	0,385	0,402	0,402	0,385
Epidermis Oberseite	0,42	0.46	0,50	0,52	0,50	0,46	0,46	0,44	0,42
Schwammparenchym	0,618	0,618	0,656	0,712	0,694	0,675	0,656	0,637	0,618
Palisadenparenchym .	0,822	0,857	0,892	0,892	0,875	0,857	0,84	0,822	0,84
Blattstiel.									
Epidermis	0,469	0,487	0,487	0,525	0,506	0,487	0,487	0,45	0,45
Außenrinde	0,487	0,506	0,525	0,544	0,506	0,506	0,487	0,469	0,469
Innenrinde	0,506	0,544	0,544	0,581	0,581	0,544	0,525	0,525	0,469
Geleitzellen	0,562	0,562	0,585	0,607	0,585	0,562	0,54	0,54	0,54
Kambium	0,569	0,569	0,591	0,613	0,591	0,591	0,569	0,569	0,569
Hadromparenchym .	0,538	0,538	0,56	0,577	0,577	0,56	0,56	0,538	0,538
Stengel.									
Epidermis	0,506	0,525	0,544	0,581	0.525	0,481	0,481	0,469	0,45
Außenrinde	0,544	0,568	0,581	0,638	0,565	0,544	0.525	0,525	0,562
Innenrinde	0,56	0,58	0,58	0,60	0,60	0,56	0,54	0,54	0,52
Geleitzellen	0.562	0,585	0,562	0.607	0,63	0,607	0,585	0,562	0,585
Kambium	0,552	0,577	0,577	0,595	0,617	0,577	0,552	0,531	0,552
Hadromparenchym .	0,552	0,552	0,595	0,617	0,636	0,617	0,617	0,595	0,577
Markzellen	0,517	0,517	0,517	0.562	0,585	0,562	0,54	0,517	0,517
Wurzel.									
Außenrinde	0,41	0,41	0,41	0,469	0,45	0,431	0,431	0,41	0,41
Innenrinde	0 489	0,51	0,51	0,552	0,532	0,552	0,531	0,51	0,489
Geleitzellen	0,46	0,48	0,48	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,46
Kambium	0,525	0,547	0,567	0,569	0,569	0,547	0,547	0,525	0,525
Hadromparenchym .	0,489	0,51	0,531	0,552	0,552	0,531	0,489	0,489	0,489
Wurzelspitze.									
Wurzelhaar	0,58	0,60	—	0,62	0,66	—	0,64	0,60	—
Parenchym	0.58	0,60	—	0 60	0.64	—	0,62	—	0,58
Mittelwert	0,527	0,544	0,555	0,586	0,578	0,549	0,544	0,525	0,521

Urtica 9.—10. IX. 1913	5^h a.	8^h a.	11^h a.	2^h p.	5^h p.	8^h p.	11^h p.	2^h a.	5^h a.
Blattspreite.									
Epidermis Mittelnerv Unterseite . . .	0,469	0,469	0,487	0,487	0,487	0,469	0,469	0,469	0,469
Epidermis Unterseite	0,45	0,469	0,487	0,487	0,487	0,469	0,45	0,431	0,45
Epidermis Oberseite	0,431	0,45	0,487	0,506	0,487	0,487	0,45	0,45	0,431
Schwammparenchym	0,562	0,581	0,60	0,619	0,60	0,60	0,581	0,581	0,581
Palisadenparenchym .	0,923	0,942	0,976	0,976	0,976	0,994	0,976	0,942	0,942
Blattstiel.									
Epidermis	0,40	0,42	0,44	0,44	0,46	0,42	0,44	0,42	0,42
Außenrinde	0,267	0,283	0,317	0,333	0,317	0,317	0,333	0,307	0,283
Innenrinde	0,317	0,333	0,333	0,85	0,333	0,317	0,317	0,30	0,30
Leptomparenchym .	0,44	0,44	0,46	0,46	0,48	0,46	0,42	0,40	0,40
Geleitzellen	0,607	0,63	0,675	0,697	0,63	0,63	0,607	0,607	0,585
Kambium	0,531	0,552	0,577	0,577	0,552	0,522	0,531	0,552	0,581
Hadromparenchym .	0,50	0,531	0,577	0,577	0,552	0,552	0,531	(?) 0,51	0,50
Stengel.									
Epidermis	0,371	0,371	0,392	0,413	0,392	0,392	0,371	0,392	0,371
Außenrinde	0,35	0,367	0,385	0,402	0,402	0,385	0,367	0,367	0,367
Innenrinde	0,437	0,46	0,46	0,503	0,482	0,482	0,46	0,437	0,415
Leptomparenchym .	0,45	0,495	0,472	0,517	0,495	0,495	0,495	0,472	0,472
Geleitzellen	0,63	0,63	(?) 0,652	0,675	0,675	0,652	0,652	0,63	0,607
Kambium	0,489	0,51	0,531	0,531	0,552	0,51	0,51	0,489	0,489
Hadromparenchym .	0,517	0,562	0,585	0,607	0,585	0,54	0,54	0,517	0,54
Wurzel.									
Außenrinde	0,431	0,431	0,45	0,469	0,469	0,45	0,431	0,431	0,431
Innenrinde	0,484	0,503	0,503	0,524	0,524	0,503	0,484	0,484	0,503
Leptomparenchym .	0,547	0,569	0,591	0,613	0,591	0,569	0,591	0,569	0,547
Geleitzellen	0,652	0,652	0,675	0,697	0,697	0,675	0,652	0.652	0,63
Kambium	0,569	0.569	0,591	0,613	0,591	0,591	0,569	0,547	0,567
Hadromparenchym .	0,585	0,607	0,63	0,63	0,607	0,637	0,607	0,585	0,54
Wurzelspitze.									
Epidermis	0,58	0,60	0,60	0,64	0,64	0,62	0,62	0,60	0,60
Parenchym	0.56	0,56	0,60	0.64	0,62	0,60	0,60	0,58	0,56
Mittelwert	0,502	0,518	0,538	0,555	0,544	0,531	0,521	0,508	0,501

Sedum acre.	24. VIII. 1913	25. VIII. 1913							26. VIII. 1913		26. VIII. 1913
	9^h 30 p. n	5^h a. m.	8^h a. m.	11^h a. m.	2^h p. m.	5^h p. m	8^h p. m.	11^h p. m.	2^h a. m	5^h a. m.	7^h 30 a. m.
Blatt.											
Epidermis		0,221	0,25	0,264	0,264	0,236	0,236	0,221	0,221	0,221	
Mesophyll		0,336	0,361	0,363	0,387	0,377	0,347	0,347	0,336	0,336	
Stengel.											
Epidermis		0,236	0,25	0,264	0,288	0,264	0,25	0,25	0,236	0.25	
Außenrinde		0,32	0,32	0.34	0,34	0,34	0,32	0,30	0,32	0,32	
Innenrinde		0,32	0,32	0,36	0,38	0 36	0,36	0,34	0,32	0,30	
Kambium		0,45	0,472	0,472	0,495	0,517	0,495	0,472	0,472	0.45	
Geleitzellen . . .		0,482	0,482	0,503	0,525	0,503	0,503	0,482	0,46	0,46	
Hadromparenchym		0,415	0,437	0,46	0,46	0,46	0,437	0.437	0.415	0,415	
Markzellen		0,42	0,44	0,44	0,42	0,44	0,42	0,42	0,40	0,40	
Wurzel.											
Epidermis		0,48	0,48	0,50	0,54	0,52	0,52	0,50	0,46	0,44	
Parenchym . . .		0.30	0.32	0,34	0,34	0,36	0,36	0,32	0,30	0,30	
Mittelwert		0,362	0,376	0,389	0,404	0,398	0,386	0,372	0,358	0,354	


Helleborus

Urtica

Sedum

Abb. 2

Aus Tabellen und Kurven ist ersichtlich, daß in allen Geweben von Spreite, Stiel, Stengel und Wurzel der osmotische Wert im Verlaufe eines Tages gesetzmäßige Schwankungen ausführt. Die Kurven zeigen gewöhnlich bei allen Geweben einer Spezies im wesentlichen annähernd denselben Verlauf und stimmen auch bei systematisch und biologisch weit auseinanderstehenden Pflanzen ziemlich überein. Bei der Beurteilung von Einzelheiten ist zu berücksichtigen, daß diese Resultate mehr nebenbei gewonnen wurden und zur Orientierung für eingehende Untersuchungen dienen sollen, die wir mit verbesserter Methodik durchzuführen hoffen. Es wird sich dann zeigen, ob die vorhandenen Unregelmäßigkeiten dem Untersuchungsverfahren zur Last fallen.1)

Die Periodizität verläuft im großen und ganzen in dem Sinne, daß der osmotische Wert vom frühen Morgen bis zum Nachmittag steigt und bis zum andern Morgen wieder fällt.

Auffallend ist auf den ersten Blick, daß die osmotische und die Feuchtigkeitskurve im entgegengesetzten Sinne, die osmotische und die Temperaturkurve in demselben Sinne variieren. Es steigt in unseren Beispielen im großen und ganzen der osmotische Wert, wenn die Temperatur steigt und die relative Luftfeuchtigkeit fällt. Der entgegengesetzte Verlauf der Temperatur- und Feuchtigkeitskurve in Ebenen und Tälern ist dem Meteorologen wohl bekannt.

Unwillkürlich wird man hierbei an die Untersuchungen von GREGOR KRAUS,2) KAISER3) und FRIEDRICH4) über die tägliche Schwellungsperiode erinnert. KAISER hatte für Baumstämme, KRAUS außerdem für Blätter, Knospen, Früchte usw. eine tägliche Schwellungsperiode nachgewiesen.

„Der Normalgang der Schwellung ist der, daß vom frühen „Morgen an die Pflanzenteile abschwellen und am Nachmittag ein „Minimum erreichen. Von diesem an steigt das Volumen (gewöhn„lich mit Hervortreten einer kleinen Depression unmittelbar hinter „der ersten Ansteigung) die ganze Nacht hindurch, um am Morgen „vor Wiedererscheinen des Lichts das Maximum zu erreichen."

---

1) Speziell bei *Funaria*, die rasch reagiert (vgl. den folgenden Aufsatz) und in nächster Nähe nicht zu haben war, erscheint eine Änderung während des Transportes nicht ganz ausgeschlossen.

2) GREGOR KRAUS, Die tägliche Schwellungsperiode der Pflanzen, Abhandl. d. naturf. Ges. Halle Bd. XV, 1881.

3) P. KAISER, Über die tägliche Periodizität der Dickendimensionen der Baumstämme. Inaug. Diss. Halle 1879.

4) J. FRIEDRICH, Über den Einfluß der Witterung auf den Baumzuwachs. Mitteil. a. d. forstl. Versuchswesen Österreichs. XXII. Heft, 1897.

Zur Erläuterung führe ich aus der Abhandlung von Kraus die Tabelle über die Schwellungsperiode des Birkenstammes an vom 8—9. Juni 1879.

	Stammdurchmesser in mm	Temp. C°		Stammdurchmesser in mm	Temp. C°
8. Juni 6p	48,218	18,1	9. Juni 7	48,200	16,0
7	48,262	17,9	8	48,08	18,2
8	48,296	17,0	9	48 05	19,4
9	48,316	16,0	10	48,05	19,7
10	48,280	14,8	11	48,00	20,3
11	48,306	14,3	12m	47,95	21,0
9. Juni 12	48,346	13,6	1p	47,94	19,0
1a	48,372	13,2	2	48,00	17,0
2	48,416	12,6	3	48,10	16,0
3	48,322	12,1	4	48,20	16,3
4	48,298	12,0	5	48,23	17,0
5	48,272	13,0	6	48,242	17,3
6	43,248	13,6			

Kaiser macht darauf aufmerksam, daß der Gang der Diameteränderung und der Temperatur umgekehrt korrespondierend ist, indem dem Heben der Temperatur eine Senkung des Durchmessers entspricht und umgekehrt. Die Koinzidenz bezeichnet er aber als nicht genau, da das nächtliche Dickenmaximum lange vor dem Temperaturminimum der Nacht eintritt und das Tagesmaximum der Temperatur vor dem Minimum der Dicke. „Es lassen sich „demnach zweifellos außer der Temperatur noch andere maßgebende „Faktoren als Ursache der Diameteränderung vermuten."

Vollständiger und übersichtlicher sind die Untersuchungen von Friedrich, der die Schwankungen des Baumdurchmessers mehrere Jahre hindurch durch einen geeigneten Zuwachsautographen aufzeichnen ließ. Die mitgeteilten Kurven lassen mit größter Deutlichkeit erkennen, daß Sinn und Stärke der Schwellung mit der Änderung der Luftfeuchtigkeit parallel gehen; dieser Parallelismus ist so genau, daß ganz geringe Änderungen im Feuchtigkeitsgehalt der Luft eine entsprechende Durchmesseränderung hervorrufen. Man vergleiche die nebenstehende, der Publikation Friedrichs entnommene Tafel, in welcher von oben nach unten wiedergegeben sind: der Gang der relativen Feuchtigkeit. der Lufttemperatur, des Stammdurchmessers von Linde, Blutbuche und Fichte.

(Abb. 3 nebenstehend.)

Außerdem ist nach Bestimmungen Friedrichs „der Wassergehalt transpirierender Stämme zur Mittagszeit — zumal bei Sonnenschein — also während der stärksten Transpiration am kleinsten," „am größten hingegen bei Tagesanbruch".

Nach PURIEWITSCH[1]) ändert die Blattspreite während der Insolation den Flächeninhalt, doch sind die Änderungen nach den vorliegenden Angaben nicht nur ungleich stark, sondern erfolgen auch in verschiedenem Sinne.

II. Die jährlichen Schwankungen.

In den folgenden Tabellen sind die aus den vorliegenden Versuchen berechneten Monatsmittel enthalten. Bei der Benützung dieser Angaben ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Messungen über die verschiedenen Monate durchaus nicht gleichmäßig verteilt waren, auch nicht zu einer bestimmten Tageszeit ausgeführt worden sind. (Genaueres wird man in der später folgenden ausführlichen Mitteilung finden.) Außerdem liegen zu wenig Untersuchungen vor, um richtige Monatsmittel berechnen zu lassen. Unter diesem Vorbehalt glauben wir die bisherigen Resultate zur ersten vorläufigen Orientierung mitteilen zu dürfen.

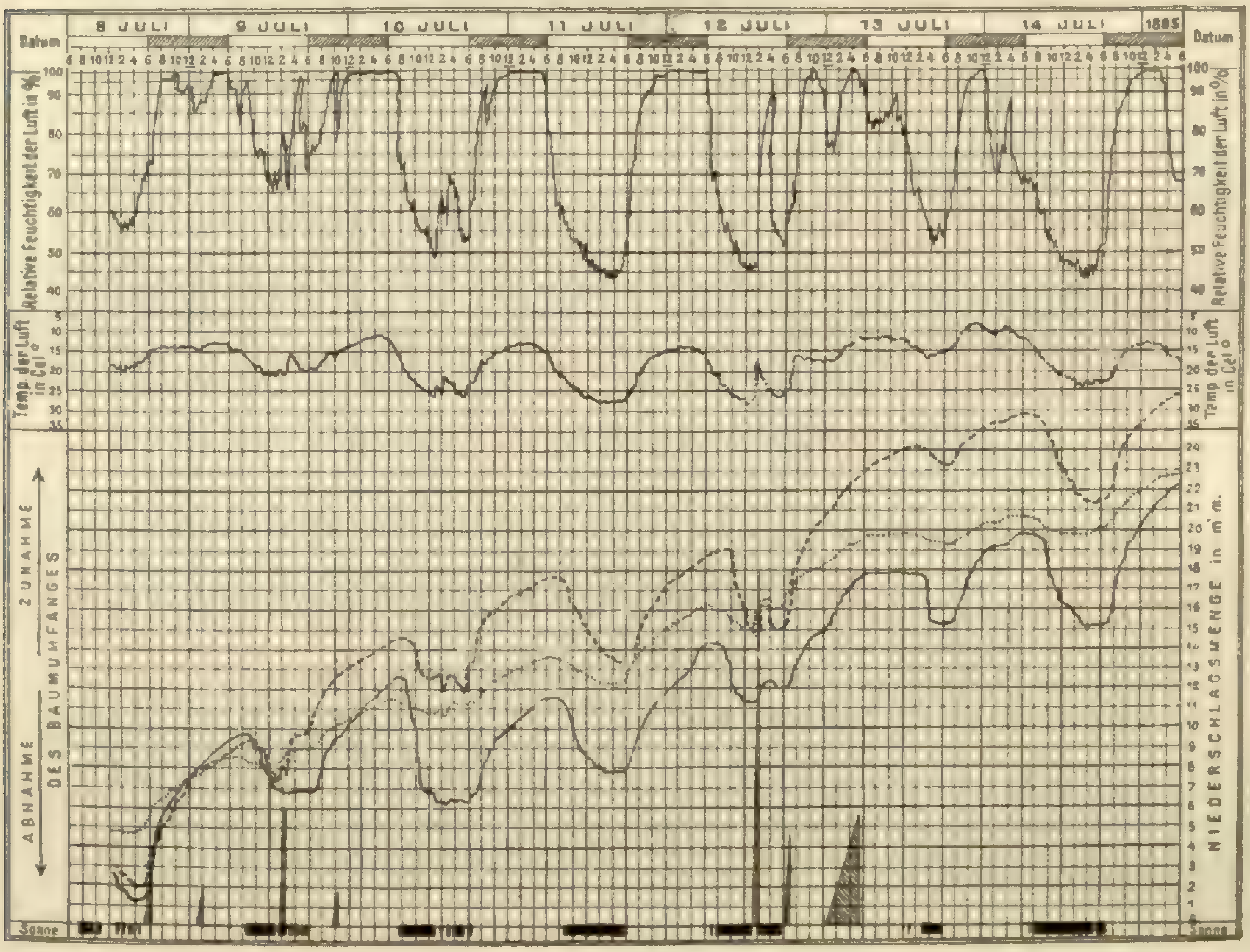


Abb. 3.

---

[1]) PURIEWITSCH, Untersuchungen über Photosynthese. Jahrb. f. wiss. Bot. 53, 1914 p. 210.

Helleborus	Januar 1914	Februar 1914	März 1914	April 1913	Mai 1913	Juni 1913	Juli 1913	August 1913	Septbr. 1913	Oktbr. 1913	Novbr. 1913	Dezbr. 1913
Blattspreite.												
Epidermis Mittelnerv Unters.	0,531	0.496	0,433	0.445	0,403	0,407	0,451	0,528	0,56	0,435	0,46	0,547
„ Unterseite	0,456	0,432	0,391	0,418	0,392	0,408	0,387	0,441	0,457	0.438	0,44	0,414
„ Oberseite	0,506	0,478	0,483	0,462	0,429	0,443	0,424	0,477	0,48	0,44	0,367	0,403
Schwammparenchym	0,673	0,696	0,630	0,668	0,653	0,632	9,536	0,568	0,638	0,582	0,473	0,63
Palisadenparenchym	0,895	0,869	0,892	0,84	0,754	0,767	0,787	0,893	0,945	0,897	0,84	0,886
Blattstiel.												
Epidermis	0,52	0,487	0,454	0,468	0,375	0,376	0,411	0.487	0,562	0,431	0,43	0,506
Außenrinde	0,48	0,506	0,515	0,515	0.46	0,439	0,365	0,52	0,54	0,48	0,54	0,[illegible]6
Innenrinde	0,54	0,525	0,525	0,533	0,48	0,501	0,373	0.48	0,58	0.54	0,58	0 56
Geleitzellen	0,525	0,567	0,575	0,553	0,562	0,867	0.367	0.675	0,676	0,652	0,58	0,525
Kambium	0,547	0,541	0,569	0,549	0,585	0,585	0,549	0,607	0,636	0,489	0,558	0,569
Hadromparenchym	0,495	0,531	0.557	0,550	0,585	0,551	0,516	0,585	0,617	0,538	0,555	0,474
Stengel (oben).												
Epidermis	0,45	0,487	0,441	0,42	0,41	0,425	0,407	0,585	0,607	0,562	0,461	0,585
Außenrinde	0,471	0,471	0,424	0,495	0,495	0,54	0,444	0,585	0,585	0,585	0,505	0,525
Innenrinde	0,495	0,453	0,474	0,517	0,525	0,517	0,443	0,54	0,63	0,607	0,529	0,544
Geleitzellen	0,531	0,585	0,540	0,562	0,562	0,585	0,562	0.652	0,607	0,675	0,591	0,577
Kambium	0,607	0,585	0,541	0,54	0,54	0,562	0,557	0,552	0,607	0,585	0,558	0,538
Hadromparenchym	0,525	0,607	0,548	0,596	0,607	0,607	0,506	0,585	0,63	0.63	0,537	0,577
Markzellen	0,516	0,63	0,54	0,518	0,54	0,489	0,45	0,562	0,595	0,585	0,467	0,489
Stengel (unten).												
Epidermis	0,63	0,63	0,62	0,551	0,54	0,45	0,438	0,585	0.585	0,63	0,506	0,618
Außenrinde	0,63	0,72	0,602	0,633	0,652	0,585	0,461	0,585	0,698	0,652	0,578	0,652
Innenrinde	0,652	0,748	0,60	0,641	0,652	0.562	0,461	0,562	0,698	0,652	0,551	0,675
Geleitzellen	0,517	0,607	0,604	0,574	0,562	0,562	0,546	0,675	0,652	0,695	0,574	0.54
Kambium	0,63	0,607	0,559	0,562	0,562	0,585	0,546	0,577	0,652	0,607	0,529	0,54
Hadromparenchym	0,54	0,63	0.604	0,641	0,63	0,607	0,529	0,607	0,675	0,63	0,54	0,607
Markzellen	0,516	0,652	0,565	0,54	0,54	0,51	0,473	0,562	0,62	0,63	0,484	0,517
Wurzel.												
Außenrinde	0,601	0,619	0,481	0,471	0.431	0,404	0,510	0,531	0,616	0,585	0,64	0.548
Innenrinde	0,625	0,574	0,507	0,520	0,487	0,552	0,504	0,574	0,668	0,63	0,61	0,592
Geleitzellen	0,540	0,54	0,615	0.563	0,585	0,562	0,590	0,663	0,653	0,687	0,608	0,551
Kambium	0,562	0,551	0.586	0,556	0,54	0,54	0,506	0,63	0,658	0,63	0,574	0,596
Hadromparenchym	0,572	0,585	0,592	0,587	0,562	0,585	0,498	0,609	0,664	0,687	0,63	0,54
Mittelwert	0,559	0,580	0,549	0,550	0,537	0,523	0,487	0,582	0.626	0,595	0,543	0,563

Urtica	Januar 1914	Febr. 1914	März 1914	April 1913	Mai 1913	Juni 1913	Juli 1913	August 1913	Septbr 1913	Oktbr. 1913	Novbr. 1913	Dezbr. 1913
Blattspreite.												
Epidermis Mittelnerv Unters.				0,410	0,375	0,470	0,469	0,469	0,467	0,525		
„ Unterseite . . .				0,471	9,438	0,470	0,45	0,476	0,469	0,562		
„ Oberseite				0,487	0,426	0,458	0,487	0,478	0,545	0,581		
Schwammparenchym				0,64	0,62	0,607	0,66	0,67	0,61	0,66		
Palisadenparenchym				1,031	0,956	0,956	1,027	1,020	0,984	1,058		
Blattstiel.												
Epidermis				0,465	0,418	0,40	0,395	0,388	0,424	0,50		
Außenrinde				0,50	0,438	0,346	0,425	0,38	0,42	0,474		
Innenrinde				0,44	0,396	0,341	0,441	0,42	0,46	0,471		
Leptomparenchym				0,516	0,392	0,41	0,498	0,410	0,445	0,49		
Geleitzellen				—	0,436	0,463	0,506	0,588	0,547	0,742		
Kambium				0,585	0,444	0,45	0,45	0,52	0,512	0,613		
Hadromparenchym				0,54	0,539	0,514	0,522	0,555	0,562	0,624		
Stengel.												
Epidermis	0,54	0,562	0,415	0,472	0,448	0,434	0,45	0,448	0,54	0,495	0,501	
Außenrinde	0,656	0,525	0,35	0,525	0,401	0,384	0,427	0,478	0,526	0,58	0,595	
Innenrinde	0,634	0,547	0,367	0,525	0,456	0,455	0,415	0,511	0,569	0,565	0,634	
Leptomparenchym	0,652	0,562	0,435	0,562	0,463	0,426	0,472	0,514	0,586	0,606	0,600	
Geleitzellen	0 675	0,585	0,585	0,63	0,50	0,466	0,584	0,625	0,63	0,714	0,730	
Kambium	0,63	0,562	0,547	0,562	0,538	0,518	0,54	0,562	0,596	0,54	0,577	
Hadromparenchym	0,698	0,63	0,54	0,562	0,584	0,518	0,507	0,581	0,619	0,629	0,701	
Markzellen	—	—	0,40	0,48	0,40	0,393	0,44	0,495	0,57	0,58	0,603	
Wurzel.												
Außenrinde	0,62	0,54	0,475	0,502	0,483	0,410	0,46	0,44	0,581	0,61	0,561	0,583
Innenrinde	0,58	0,56	0,486	0,547	0,518	0,410	0,48	0,50	0,589	0,62	0,561	0,578
Leptomparenchym	0,63	0,585	0,54	0,547	0,519	0,545	0,585	0,562	0,675	0,632	0,589	0,639
Geleitzellen	0,652	0,607	0,607	0,63	0,536	0,578	0,63	0,562	0,72	0,695	0,614	0,644
Kambium	0,562	0,607	0,523	0,507	0,511	0,662	0,63	0,56	0,63	0,585	0,607	0,61
Hadromparenchym	0,585	0,607	0,509	0,585	0,518	0,574	0,607	0,600	0,675	0,613	0,63	0,64
Wurzelspitze.												
Epidermis	0,529	0,525	0,472	0,508	0,54	0,508	0,508	0,525	0,583	0,606	0,591	0,589
Parenchym	0,58	0,508	0,469	0,49	0,52	0,542	0,49	0,508	0,578	0,609	0,588	0,58
Mittelwert	0,615	0,567	0,488	0,546	0,493	0,486	0,520	0,530	0,575	0,608	0,605	—
Wurzelmittel	0,592	0,567	0,509	0,54	0,518	0,528	0,549	0,532	0,629	0,621	0,593	0,593

Fagus	Januar 1914	Febr. 1914	März 1914	April 1913	Mai 1913	Juni 1913	Juli 1913	August 1913	Sebtbr. 1913	Oktbr. 1913	Novbr. 1913	Dezbr. 1913
Blattspreite.												
Epidermis Unterseite					0,394	0,46	0,356	0,316	0,31	0,319		
„ Oberseite					0,424	0,496	0,387	0,325	0,30	0,349		
Schwammparenchym					0,601	0,582	0,512	0,639	0,542	0,582		
Palisadenparenchym					0,956	0,966	0,918	1,013	1,047	1,125		
Zweig.												
Außenrinde	0,675	0,65	0,70	0,675	0,65	0,55	0,625	0,65	0,70	0,675	0,725	0,725
Innenrinde	0,70	0,70	0,65	0,625	0,65	0,575	0,575	0,70	0,825	0,725	0,70	0,70
Leptomparenchym	0,517	0,562	0,585	0,517	0,63	0,495	0,562	0,562	0,648	0,63	0,63	0,63
Geleitzellen	0,625	0,70	0,63	0,725	0,775	0,70	0,65	0,675	0,675	0,70	0,675	0,725
Kambium	0,60	0,625	0,60	0,625	0,675	0,575	0,65	0,625	0,575	0,675	0,625	0,70
Holzparenchym	1,125	1,175	1,15	1,075	0,825	0,925	0,80	0,925	0,925	1,025	1,025	1,20
Markstrahlen, Rinde	0,80	0,675	0,76	0,875	0,775	0,725	0,825	0,875	0,95	0,95	0,95	0,875
„ Holz	1,15	1,125	0,975	0,85	0,80	0,925	0,70	0,925	0,775	0,975	1,025	1,125
Stamm.												
Außenrinde	0,70	0,65	0,70	0,675	0,70	0,706	0,75	0,70	0,75	0,70	0,675	0,70
Innenrinde	0,70	0,70	0,70	0,65	0,725	0,694	0,75	0,75	0,75	0,70	0,65	0,70
Leptomparenchym	0,517	0,70	0,70	0,54	0,652	0,682	0,517	0,517	0,652	0,63	0,63	0,612
Geleitzellen	0,625	0,70	0,675	0,725	0,80	0,775	0,775	0,725	0,75	0,75	0,725	0,65
Kambium	0,60	0,625	0,70	0,65	0,575	0,60	0,575	0,625	0,70	0,65	0,575	0,625
Holzparenchym	1,175	1,15	1,125	1,10	0,85?	0,95	0,875	0,875	0,90	0,975	1,00	1,00
Markstrahlen, Rinde	0,775	0,75	0,775	0,775	0,675	0,825	0,825	0,95	0,95	0,875	0,875	0,85
„ Holz	1,10	1,05	1,025	1,15	0,775	0,925	0,875	1,0	0,975	0,925	1,00	1,125
Wurzel.												
Außenrinde	0,725	0,65	0,55	0,575	0,675	0,625	0,525	0,625	0,675	0,65	0,70	0,725
Innenrinde	0,70	0,675	0,575	0,65	0,725	0,675	0,575	0,725	0,70	0,675	0,70	0,725
Leptomparenchym	0,527	0,517	0,562	0,54	0,652	0,625	0,585	0,63	0,65	0,675	0,595	0,562
Geleitzellen	0,70	0,70	0,675	0,75?	0,70	0,65	0,575	0,725	0,725	0,70	0,70	0,70
Kambium	0,60	0,675	0,70	0,675	0,625	0,625	0,55	0,625	0,60	0,60	0,625	0,575
Holzparenchym	1,275	1,225	1,225	1,05	0,80	0,80	0,80	0,875	0,875	0,975	1,00	1,125
Mittelwert	0,768	0,772	0,760	0,748	0,698	0,697	0,658	0,715	0,728	0,739	0,764	0,789

Sedum	Januar 1914	Februar 1914	März 1914	April 1913	Mai 1913	Juni 1913	Juli 1913	August 1913	Septbr. 1913	Oktbr. 1913	Novbr. 1913	Dezbr. 1913
Blatt.												
Epidermis	0,312	0,375	0,312	0,25	0,205	0,367	0,267	0,264	0,297	0,312	0,288	0,297
Mesophyll	0,394	0,506	0,41	0,319	0,243	0,36	0,325	0,336	0,375	0,41	0,356	0,431
Stengel.												
Epidermis	0,288	0,328	0,312	0,25	0,25	0,264	0,328	0,264	0,297	0,328	0,25	0,288
Außenrinde	0,40	0,121	0,44	0,34	0,32	0,32	0,38	0,34	0,34	0,34	0,38	0,40
Innenrinde	0,42	0,42	0,42	0,40	0,34	0,34	0,40	0,36	0,40	0,36	0,38	0,36
Geleitzellen	0,482	0,472	0,472	0,472	0,405	0,472	0,482	0,472	0,40	0,415	0,46	0,437
Kambium	0,45	0,45	0,425	0,46	0,437	0,45	0,405	0,440	0,393	0,393	0,405	0,495
Hadromparenchym	0,525	0,482	0,525	0,613	0,562	0,517	0,503	0,503	0,415	0,394	0,415	0,482
Markzellen	0,38	0,40	0,42	0,30	0,24	0,24	0,28	0,34	0,28	0,40	0,46	0,42
Wurzel.												
Epidermis	0,58	0,62	0,58	0,50	0,44	0,38	0,42	0,50	0,48	0,48	0,54	0,58
Parenchym	0,60	0,60	0,60	0,52	0,48	0,38	0,44	0,34	0,50	0,48	0,52	0,56
Mittelwert	0,439	0,461	0,44	0,402	0,358	0,372	0,385	0,378	0,379	0,392	0,405	0,432

Nach FRIEDRICH ist der jährliche Verlauf der Schwellungskurve bei Laub- und Nadelhölzern nicht gleichartig. Während die Nadelhölzer das ganze Jahr hindurch, Frostperioden ausgenommen, ihre Umfänge täglich ändern, vollzieht sich diese Erscheinung bei den Laubhölzern nur während der Zeit ihrer Belaubung. Sobald bei den Laubhölzern die Blätter anfangen sich zu entfalten, beginnt auch das An- und Abschwellen des Stammes. Dasselbe verlangsamt sich, wenn die Blätter zu welken beginnen und hört mit dem Laubfalle ganz auf. Temperaturen unter Null Grad bewirken im allgemeinen eine Verringerung des Baumumfanges. Bei den Laubhölzern macht sich der Einfluß des Frostes früher bemerkbar als bei den Nadelhölzern; was sich dadurch erklärt, daß die Stämme der blattlosen Laubhölzer die Wärme intensiver ausstrahlen. Andererseits tauen die Laubholzstämme auch rascher auf. Die Abnahme des Baumumfanges an frostfreien Tagen erfolgt bei den Nadelhölzern ganz gleich wie zur Sommerszeit, wenn der Boden nicht oder nur in dünner Oberflächenschicht gefroren ist. Ob der osmotische Wert der lebenden Holzzellen ein ähnliches Verhalten erkennen läßt, ist noch genauer zu untersuchen.

Was nun die Erklärung der Schwellung betrifft, so schreibt KRAUS hinsichtlich der Blätter, Früchte und Knollen: „es ist klar, daß in diesen Organen eine bei Tag und Nacht wechselnde Turgeszenz der Zellen vorhanden, daß die Schwellungsperiode hier eine Turgeszenzperiode ist.“ Dagegen ist nach KRAUS die Schwellung des Holzes, „dem Anatomen selbstverständlich“, „nur durch Schwellung der Holzzellhäute möglich“. „Die Schwellung des Holzkörpers beruht auf vermehrter oder verminderter Imbibition der Häute.“

FRIEDRICH, der auf die Koinzidenz zwischen den Kurven der Schwellung und Luftfeuchtigkeit aufmerksam macht, schreibt: „Je geringer die Feuchtigkeit der Luft, desto größer die Transpiration und desto größer die Abnahme des Baumumfanges. Wird bei großer relativer Feuchtigkeit der Luft tagsüber die Transpiration nahezu unmöglich, so tritt auch keine Abnahme des Baumumfanges ein.“ Da jedoch FRIEDRICH die Transpiration nicht gemessen hat, so ist es eine bloße Vermutung, daß die Transpiration der Schwellung einerseits und der Luftfeuchtigkeit andererseits parallel verläuft.

Die von FRIEDRICH gemessene Schwellung beträgt bei einem Baumumfange von 1050 bis 1800 mm in der Regel weniger als $^1/_2$ mm, nur selten 1 mm. Sie ist nach seinen Angaben, die auf

Veranlassung R. HARTIGS später[1]) experimentell sicher gestellt worden sind, nur durch den Holzkörper und nicht durch die Rinde bedingt. Ja FRIEDRICH glaubt, daß der Holzkörper allein der Schwankung der Luftfeuchtigkeit noch viel präziser folgt, als der berindete Stamm, und daß die Abschwellung beim berindeten Stamm vielleicht sogar kleiner ist als beim entrindeten.

Unser Autor bezeichnet es als „außer Zweifel, daß diese Veränderungen des Baumumfanges durch die Transpiration der Baumkrone eingeleitet und ausgeschaltet werden und daß das im Baum befindliche Wasser das Medium ist, durch welches diese Veränderungen bewirkt werden. Ausgehend von den Tatsachen, daß die Transpiration den Wassergehalt des Baumes beeinflußt und die Anschwellung unter beträchtlicher Kraftäußerung vor sich geht, halte ich als Ursache der vorübergehenden Zu- und Abnahme des Holzkörpers nur zwei Möglichkeiten offen. Entweder ändert sich der Wassergehalt der Wandungssubstanz der leitenden Organe, d. h. das Holz quillt an oder ab, oder die vorübergehenden Änderungen des Baumumfanges rühren von dem verschiedenen Grade des Seitendruckes her, welchen die Gefäßwände bei dem ruhenden oder durch die Saugwirkung gehobenen Baumsaft erleiden.“ FRIEDRICH stellt sich vor, „daß, sobald die Saugkraft in Tätigkeit tritt, die dadurch in Bewegung gebrachte Wassersäule einen Seitendruck nicht mehr ausübt, daß vielmehr, wie bei jeder Saugwirkung, die Gefäßwände, selbstverständlich wenn ihr Material es zuläßt, nach Innen gezogen werden“. Er schließt mit den Worten: „es bliebe nunmehr nur noch die Quelle der Kraft zu suchen, welche den Holzkörper und auch die oft recht dicke und feste Borkschicht der Rinde vorübergehend auszudehnen vermag.“

Gegen diese Anschauung wendete R. HARTIG ein, daß nach seinen Untersuchungen im wasserleitenden Holzkörper auch zu den Zeiten der größten Wasserarmut, selbst an abgeschnittenen Fichten zu einer Zeit, wo die Nadeln der Krone anfangen abzufallen, jede Zellwand an mehreren Seiten von Wasser bespült wird. „Es ist physikalisch nicht wohl denkbar, daß eine Substanz, die begierig Wasser saugt und festhält, relativ trocken werden kann, wenn sie fast allseitig in Wasser eingetaucht ist. Diese Erwägungen sind es ja, die zur völligen Aufgabe der SACHS'schen Imbibitionstheorie geführt haben . . . . Ich kann mir nicht recht vorstellen, wie geringe Veränderungen im Wassergehalt des Holzkörpers, die

---

1) FRIEDRICH, über den Einfluß der Witterung auf den Baumzuwachs. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen. 23. Jahrg. 1897 p. 471.

durch vorübergehende Schwankungen der Transpiration herbeigeführt werden, sofortige Volumveränderungen des Holzkörpers bewirken sollen."

Nach unseren bisherigen Beobachtungen an *Thuja* scheinen die lebenden Markstrahlen bei der Schwellung des Holzkörpers vielfach in erster Linie beteiligt zu sein.

Es ist a priori wahrscheinlich, daß die Schwellung nicht nur von der Transpiration, sondern von der gesamten Wasserversorgung abhängen wird; darauf deutet auch der Umstand hin, daß der Wassergehalt des Stammes vom Morgen bis zum Mittag abnimmt, um am folgenden Morgen wieder ein Maximum zu erreichen. Die Schwellung dürfte aber auch durch den osmotischen Wert beeinflußt werden, indem die Volumvergrößerung einer ungesättigten Zelle ceteris paribus mit dem osmotischen Wert steigen wird.

Wir wenden uns zum Schlusse zur Erklärung der osmotischen Kurve. Hier ist zunächst zu bemerken, daß in erster Linie der Verlauf dieser Kurve, sowie der maßgebenden Außenfaktoren, durch zahlreiche Beobachtungen unter den verschiedensten Witterungsbedingungen genau festzustellen ist. Die bisherigen Bestimmungen sind speziell hinsichtlich der Außenfaktoren ganz ungenügend und in zu großen Intervallen ausgeführt. Schon jetzt ist jedoch klar, daß nicht nur die Transpiration, sondern bereits die Verdunstung einer freien Wasseroberfläche nicht in der einfachen Beziehung zu den Angaben des Hygrometers steht, wie FRIEDRICH das annimmt. Nach unseren Laboratoriumsversuchen kann bei annähernd demselben Hygrometerstand die Verdunstung sehr stark differieren.

Hygrometerstand 58%, Lufttemperatur 13°, Verdunstung ohne Wind 0,5 g [1]
„ 57,5%, „ 13,5°, „ mit Wind 5,0 g
Hygrometerstand 59%, Lufttemperatur 15°, Verdunstung ohne Wind 2,5 [2]
„ 58%, „ 16°, „ mit Wind 20

Der osmotische Wert wird (vgl. den folgenden Aufsatz) von zahlreichen Außenfaktoren beeinflußt. Mehrere von ihnen zeigen eine tägliche Schwankung, die jedenfalls im großen und ganzen an die osmotische Kurve erinnert. Für Luftfeuchtigkeit und Temperatur haben wir dies bereits nachgewiesen. Ähnliches gilt nach BÖRNSTEIN[3]) für die Windstärke, die ein Maximum zur Zeit der höchsten Tagestemperatur hat, und allgemein ist auch bekannt, daß die Stärke des diffusen Lichtes vom Morgen bis gegen Mittag ansteigt, um dann wieder zu fallen. Eine wichtige Rolle können

---

1) Verdunstung gemessen mit Wage.

2) Verdunstung gemessen mit Atmometer eigener Konstruktion.

3) BÖRNSTEIN, Leitfaden der Wetterkunde. 1901.

auch Faktoren spielen, die solche regelmäßige Schwankungen nicht besitzen, wie z. B. der Wassergehalt des Bodens. Es muß die Aufgabe weiterer Versuche sein, die Abhängigkeit von diesen und anderen Außenfaktoren und die Geschwindigkeit der Reaktion genauer zu ermitteln. Laboratoriumsexperimente haben die Bedeutung der einzelnen Faktoren festzustellen, und anschließende Beobachtungen in der freien Natur sollten es dann ermöglichen, die Schwankungen des osmotischen Wertes zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten und unter verschiedensten Witterungsverhältnissen auf die bewirkenden Ursachen zurückzuführen.

Die bisherigen Untersuchungen zeigen unter anderm, daß neben der Transpiration auch die Absorption wesentlich in Betracht fällt, und daß wahrscheinlich die gesamte Wasserversorgung, so wie die Permeabilität, eine wichtige Rolle spielt.

11. A. Ursprung und G. Blum: Über den Einfluß der Außenbedingungen auf den osmotischen Wert.

(Eingegangen am 24. Februar 1916.)

Wie in den vorhergehenden Aufsätzen[1]) gezeigt wurde, besitzt in den untersuchten Blättern von *Helleborus foetidus, Urtica dioeca* und *Fagus silvatica* die obere Epidermis einen höheren osmotischen Wert als die untere. Entsprechend verhält sich gewöhnlich der Blattstiel von *Helleborus* in Epidermis[2]) und Rinde.

Helleborus — Blattstiel	Epidermis		Außenrinde		Innenrinde	
	Obers.	Unters.	Obers.	Unters.	Obers.	Unters.
Spitze 1	0,375	0,356	0,50	0,48	0,52	0,50
2	0,356	0,337	0,48	0,46	0,50	0,50
3	0,337	0,337	0,48	0,48	0,48	0,48
Basis 4	0,387	0,30	0,46	0,46	0,48	0.46
Mittel	0,351	0,333	0,48	0,47	0,495	0,485

---

[1]) A. URSPRUNG und G. BLUM, Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze. Diese Berichte, dieses Heft. — A. URSPRUNG und G. BLUM, Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes. Diese Berichte, dieses Heft.

[2]) In gewissen, hier nicht erwähnten Fällen verhielt sich die Epidermis aber auch umgekehrt.

Untersucht wurde ferner die Übergangsstelle des Stiels in die Spreite, die bei *Helleborus* bekanntlich als Gelenk fungiert. Besonders auffallend ist die Bewegung während des Winters sichtbar, wenn auf einen warmen Tag eine kalte Nacht folgt; die tagsüber annähernd horizontale Spreite stellt sich während der Nacht vertikal nach unten, um sich am folgenden Tag bei Temperaturerhöhung wieder zu heben.

Helleborus — „Gelenk“	Gerade			Fast rechtwinkl. gebogen		
	Unters.	Obers.	Differenz	Unters.	Obers.	Differenz
Außenrinde	0,58	0,62	+ 0.04	0,60	0,68	+ 0,08
Mittelrinde	0,58	0,60	+ 0,02	0,62	0,66	+ 0,04
Innenrinde	0,58	0,58	0,00	0,62	0,64	+ 0,02

Auch hier ist stets eine Differenz zugunsten der Oberseite vorhanden; sie ist aber im gebogenen Zustand bedeutend größer als im gestreckten.

Bei einem, dem Boden horizontal aufliegenden, im Schatten gewachsenen *Sedum*-Stengel war ebenfalls der osmotische Wert größer auf der Oberseite.

	Unterseite	Oberseite
Epidermis	0,288	0,312
Außenrinde	0,36	0,40
Innenrinde	0,38	0,40
Kambium	0,382	0,382

Dagegen war bei den untersuchten horizontalen Buchenästen keine Gesetzmäßigkeit zu erkennen, indem das eine Gewebe die Förderung auf der Oberseite, das andere auf der Unterseite zeigen konnte.

Hatten wir bisher Ober- und Unterseite miteinander verglichen, so sei jetzt noch an einem *Sedum*-Stengel die Differenz zwischen Licht- und Schattenseite mitgeteilt (gemessen an einem sonnigen Tage), die zugunsten der Lichtseite ausfiel.

	Lichtseite	Schattenseite	Lichtseite	Schattenseite
Epidermis	0,288	0,25	0,297	0,25
Außenrinde . . .	0,40	0,38	0,39	0,32
Innenrinde . . .	0.38	0,38	0,34	0,34
Kambium	0,382	0,36	—	—

Endlich noch ein paar Vergleiche zwischen Sonnen- und Schattenblättern der Buche, die jeweils von demselben Ast stammten und natürlich gleichzeitig untersucht wurden. (Sonnenbl. 2—3 Reihen Palisaden, Schattenbl. 1 Reihe.)

	Sonnenblatt	Schattenblatt	Sonnenblatt	Schattenblatt	Sonnenblatt	Schattenblatt
Epidermis Unters.	0,44	0,41	0,375	0,319	0,337	0,30
„ Obers. .	0,465	0,424	0,387	0,325	0,408	0,31
Schwammparench.	0,62	0,62	0,563	0,503	0,582	0,542
Palisadenparench.	0,975	0,975	0,956	0,919	0,975	0,975
Leitbündelscheide Mittelnerv . .	0,40	0,38	—	—	—	—
Leitbündelscheide Seitennerv . .	0,44	0,44	—	—	—	—

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß vielfach das stärker exponierte Gewebe den höheren osmotischen Wert aufzuweisen scheint. Welche Außenfaktoren dieses Resultat in erster Linie bedingen, kann nur durch entsprechende Versuche ermittelt werden.

Im folgenden seien einige Beobachtungen mitgeteilt, welche einen kleinen Beitrag liefern zu der Frage nach der Bedeutung der Außenfaktoren.

Temperatur.

Gemessen wurde die Lufttemperatur zur Zeit der Untersuchung in der Nähe der Pflanze. Verwertbar scheint uns zunächst eine Serie von Bestimmungen an der *Helleborus*-Spreite, die am 27., 28. und 29. Januar 1914 jeweils morgens um 10 Uhr vorgenommen wurden. Der Himmel war stets bedeckt, die Beleuchtung annähernd dieselbe; auch durch Wind, Luftfeuchtigkeit oder Niederschläge konnten die Differenzen nicht bedingt sein. Dagegen sank die Temperatur ganz bedeutend, von 10° am 27. Januar auf — 1° am 28. Januar und — 5° am 29. Januar.

Helleborus-Spreite

Datum der Untersuchung	27. I. 1914 10 h a.	28. I. 1914 10 h a.	29. I. 1914 10 h a
Lufttemperatur	+ 10°	— 1°	— 5°
Epidermis Mittelnerv Unters.	0,48	0,52	0,52
„ Unterseite . . .	0,437	0,455	0,473
„ Oberseite . . .	0,46	0,50	0,52
Schwammparenchym . . .	0,694	0,694	0,694
Palisadenparenchym . . .	0,87	0,904	0,957
Mittelwert	0,588	0,615	0,633

Die Tabelle zeigt, daß die meisten Gewebe mit Herabsetzung der Temperatur bedeutend angestiegen sind. Es hat sogar den Anschein, als ob das *Helleborus*-Blatt unter Umständen selbst auf relativ geringe Temperaturschwankungen reagieren könne. So führten die Untersuchungen an Laub- und Hochblättern vom 30. und 31. Dezember 1912 zu folgenden Ergebnissen.

Datum der Untersuchung	30. XII. 1912 2 h p.		31. XII. 1912 10 h a.		31. XII. 1912 2 h p.		31. XII. 1912 6 h p.	
T = Temperatur W = Wind I = Insolation R = Regen	T = — 1° W = schwach I = schwach R = 0		T = + 3° W = 0 I = stark R = 0		T = + 5,5 W = 0 I = stark R = 0		T = + 1° W = 0 I = 0 (bedeckt) R = C	
	Laubblatt	Hochblatt	Laubblatt	Hochblatt	Laubblatt	Hochblatt	Laubblatt	Hochblatt
Epidermis Mitteln. Unters.	0,54	0,52	0,52	0,52	0,50	0,52	0,52	0,54
„ Unterseite . .	0,49	0,508	0,437	0,437	0,423	0,407	0,437	0,437
„ Oberseite . .	0,56	0.56	0,52	0,54	0,52	0,52	0,54	0,54
Schwammparenchym . .	0.675	0,694	0,656	0,638	0,656	0,638	0,656	0,656
Palisadenparenchym . .	0,91	0,892[1]	0,875	0,875	0,857	0,875	0,875	0.892
Mittelwert Laubblatt .	0,635		0,602		0,592		0,613	
Mittelwert Hochblatt .		0,635		0,602		0,591		0,606

Das Verhalten der übrigen meteorologischen Faktoren läßt die Vermutung aufkommen, daß die osmotischen Differenzen durch die Temperatur bedingt sein dürften; jedenfalls verlaufen die beiden Kurven in demselben Sinne.

Doch nicht immer hat eine Erhöhung der Temperatur eine Herabsetzung des osmotischen Wertes zur Folge. Nach den vorliegenden Beobachtungen, von denen wir eine mitteilen, scheint der osmotische Wert bei höherer Temperatur gerade umgekehrt zu reagieren, d. h. bei weiterer Steigerung der Temperatur zuzunehmen. Untersuchungsobjekt ist wiederum die Spreite von *Helleborus*.

Datum der Untersuchung	30. VII. 1913 8 30 h a.	30 VII. 1913 11 h a.	31. VII. 1913 11 h a.
T = Temperatur W = Wind I = Insolation R = Regen	T = + 12,5° W = stark I = stark R = 0	T = + 16° W = stark I = stark R = 0	T = + 18° W = schwach I = 0 (bedeckt) R = 0
Epidermis Mittelnerv Unters.	0,46	0,48	0,52
„ Unterseite . . .	0,35	0,402	0,402
„ Oberseite . . .	0,40	0,38	0,42
Schwammparenchym . . .	0,509	0,60	0,581
Palisadenparenchyn . . .	0,753	0,822	0,84
Mittelwert	0,494	0,537	0,553

---

1) Die oberen Schichten des Mesophylls des Hochblattes nennen wir Palisaden, wegen ihrer Gestalt und besonders wegen ihres hohen osmotischen Wertes.

Ähnlich verhält sich das *Funaria*-Blatt, das einem schattigen Standort entnommen ist:

Datum der Untersuchung	3. XI. 1913 9^h a.	3. XI. 1913 11^h a.	3. XI. 1913 1^h p.	3. XI 1913 5^h p.
T = Temperatur W = Wind I = Insolation R = Regen	T = + 1° W = stark I = bedeckt R = 0	T = + 10° W = schwach I = bedeckt R = 0	T = + 16° W = 0 I = bedeckt R = 0	T = + 10° W = 0 I = bedeckt R = 0
Spreite 1 (Spitze) . .	0,319	0,319	0,404	0,319
2	0,359	0,382	0,435	0,319
3	0,382	0,404	0,466	0,382
4	0,415	0,447	0,489	0,382
5	0,51	0,51	0,53	0,447

Es soll sich in obigem und folgendem im wesentlichen nur darum handeln, auf Übereinstimmungen in der Temperaturkurve und osmotischen Kurve hinzuweisen. Natürlich schwankten mit der gemessenen Temperatur auch andere nicht gemessene Faktoren (Beleuchtung, Luftfeuchtigkeit); jedenfalls bilden diese Daten aber doch Anhaltspunkte für spätere genauere Analysen.

Von weiteren Beiträgen, die in demselben Sinne zu verstehen sind, seien zunächst die Untersuchungen MEIERs[1]) erwähnt, der in der Ebene und im Gebirge dieselben Arten im Sommer 1912 und Winter 1912/13 gemessen hat. Die erste Tabelle bringt eine Auswahl von Beobachtungen aus den Gastlosen; die Pflanzen befanden sich in einer Meereshöhe von 1600—2000 m. Die Zahlenwerte Mol KNO_3, gefunden an Ort und Stelle in der unteren Epidermis ausgewachsener Blätter.

	Juli 1912	Februar 1913
Asplenium Trichomanes	0,80	1,20 (Felsen)
Juniperus communis	0,90	1,30 (Humusband)
Sesleria coerulea	0,80	1,20 (Felsen)
Arabis alpina	0,50	0,90 (Felsen)
Saxifraga rotundifolia	0,35	0,55 (Humusband)
Anthyllis Vulneraria	0,50	0,80 (Felsen)
Hippocrepis comosa	0,65	1,20 (Felsen)
Rhododendron ferrugineum	0,90	1,40 (Felsen)
Primula Auricula	0,40	0,70 (Felsen)

---

1) J. MEIER, Zur Kenntnis des osmotischen Wertes der Alpenpflanzen Inaug.-Diss., Freiburg, Schweiz. 1915.

Auch in der Ebene (Freiburg, Schweiz) ergaben sich oft starke Differenzen zwischen Sommer und Winter. Besonders auffällig ist die Erscheinung bei einer plötzlich auftretenden Temperaturschwankung. Am 13. April 1913 erfolgte ein starker Temperaturfall (Lufttemp. — 8° C); da tags zuvor leider keine Bestimmungen gemacht worden waren, so wurde die Kontrollmessung am 18. April (je morgens 8—9 Uhr) vorgenommen, wo die Temperatur wieder normal war. In der folgenden Tabelle macht sich außerdem die Wirkung der Schneedecke deutlich bemerkbar.

	13. April — 8° C	18. April unter Schneedecke	18. April + 10° C
Asplenium Trichomanes	0,90		0,75
Asplenium Ruta muraria	0,95		0,75
Poa annua	1,10	0,90	0,90
Colchicum autumnale	0,30		0,20
Ranunculus Ficaria	0,50	0,40	0,35
Anemone nemorosa	0,70	0,55	0,50
Ilex Aquifolium	1,00		0,90
Hedera Helix	1,10		0.80
Primula elatior	0,55	0,45	0,40
Pulmonaria officinalis	0,70	0,55	0,60
Bellis perennis	0,70	0,60	0,50

Noch instruktiver sind einige Laboratoriumsversuche mit Topfpflanzen und Wasserkulturen (*Saxifraga aizoides*, *Veronica Beccabunga*). Die Pflanzen wurden im November eingetopft und im Zimmer bei ca. 15° C Lufttemperatur kultiviert; am 24. Februar kamen sie nach der Untersuchung 9 Stunden lang vor das Fenster.

	15° C	— 1° C	Freilandpfl. — 4° C
Vinca minor	0,70	1,00	1,15
Genista tinctoria	0,50	0,60	0,85
Bromus tectorum	1,10	1,20	1,40
Saxifraga aizoides	0,20	0,35—0,45	0,35
Saxifraga Aizoon	0,60	0,80	0,85
Primula Auricula	0,85	0,60	0,70
Anemone hepatica	0,50	0,80	0,80
Veronica Beccabunga	0,40	0,60	0,70
Taraxacum officinale	0,85	0,50	0,60

Zum Vergleich sind noch die an demselben Tag gemessenen Werte von Freilandpflanzen hinzugefügt, die bedeutend höher sind als in den Zimmerkulturen.

Von anderen Autoren, die früher auf diesem Gebiet gearbeitet haben, seien zunächst WINKLER[1]) und LIDFORSS[2]) erwähnt. Letzterer fand bei den Immergrünen im Winter eine Steigerung des osmotischen Wertes in Mesophyll und Epidermis der Blätter. WINKLER gibt für das Kambium und das Mesophyll bei verschiedenen Holzpflanzen im Januar einen um ca. 2 pCt. KNO_3 höheren Wert an, als im Oktober; Zweige, die im Mai 5 Tage lang in einen Eisschrank gestellt wurden, hatten den osmotischen Wert um ca. 1 pCt. KNO_3 erhöht. Über den Holzkörper lagen übrigens bereits Angaben von KNY[3]) vor, wonach in Markstrahlzellen von *Salix fragilis* die Grenzplasmolyse im Sommer bei 3 pCt., im Winter bei 9 pCt. KNO_3 eintrat. Wurden Zweige von *Salix fragilis* im Winter ins warme Zimmer gebracht und ins Wasser gestellt, so zeigten sie nach mehrwöchentlichem Aufenthalt Andeutung von Plasmolyse bei 4 pCt. Noch älter sind die Untersuchungen von COPELAND[4]) der bei hinreichend tiefer und hoher Temperatur eine Steigerung fand. (2 Maxima des osmotischen Wertes bei 37° und bei 1—4°, sowie ein Minimum bei 18°.) Ähnliches gibt PANTANELLI[5]) für *Aspergillus* an: 2° : 22,5; 12° : 18; 22° : 19; 32° : 21; 42° : 24. Bei der Alge *Cylindrocystis* stellte BUCHHEIM[6]) ein Ansteigen des osmotischen Wertes mit sinkender Temperatur fest; 15 – 20° : 7,75 pCt. Zucker; 8—10° : 8,75 pCt.; 0° : 10 pCt. Zucker.

Gewöhnlich variieren nun bei derartigen Beobachtungen mit der Temperatur noch verschiedene andere Außenfaktoren, so daß damit eine exakte Analyse des Temperatureinflusses noch nicht gegeben ist. Indessen kommt der Temperatur zweifellos eine große Bedeutung zu, was um so wichtiger ist, als in den Pflanzen unter natürlichen Bedingungen große Temperatur-Schwankungen vorkommen können. Man denke nur an die von ASKENASY und mir zwischen den Blättern von *Sempervivum*-Rosetten und von STAHL[7]) in Cacteen gemessenen 52° C. oder an die von LEICK für Stämme angegebenen 40—55°. Hierdurch wird eine Verschiedenheit des

---

1) WINKLER, Über den Einfluß der Außenbedingungen auf die Kälteresistenz ausdauernder Gewächse. Jahrb. f. wiss. Bot. **52**, 1918 p. 499.

2) LIDFORSS, Die wintergrüne Flora 1907.

3) KNY, Der Turgor der Markstrahlzellen. Landwirtschaftl. Jahrb. **38**, 1909.

4) COPELAND, Über den Einfluß von Licht und Temperatur auf den Turgor. Inaug.-Diss. Halle 1896.

5) PANTANELLI, Jahrb. f. wiss. Bot. **40**, 1904 p. 499.

6) BUCHHEIM, Der Einfluß des Außenmediums auf den Turgordruck einiger Algen. Inaug.-Diss. Bern 1915.

7) STAHL, Zur Biologie des Chlorophylls, Jena 1909 p. 74.

osmotischen Wertes zu verschiedenen Zeiten bedingt; es kann aber infolge der gleichzeitig verschiedenen Erwärmung von z. B. Stamm und Wurzel oder der verschieden starken Erwärmung der inneren und äußeren Holzschichten auch eine Differenz zwischen verschiedenen Teilen des Stammes usw., sowie zwischen ober- und unterirdischen Organen hervorgerufen werden.

Licht.

Ist die Temperatursteigerung durch Besonnung verursacht, so kann an den vorigen Resultaten außer der Temperatur auch das Licht beteiligt sein. Schon DE VRIES[1]) zeigte, daß etiolierte Stengel einen niedrigeren osmotischen Wert besitzen als normale; andere Autoren, besonders COPELAND[2]) bestätigen diese Angaben. BUCHHEIM glaubt aus einigen Beobachtungen schließen zu dürfen, daß *Cylindrocystis* in starkem Licht den osmotischen Wert erhöht. Bestimmungen, die eine ähnliche Deutung erlauben, liegen uns in ziemlicher Menge vor; einige mögen hier Erwähnung finden.

Zunächst sei hingewiesen auf die bereits erwähnten Unterschiede zwischen Sonnen- und Schattenblättern von *Fagus*; sie stammten jeweils von demselben Ast und wurden stets nach starker Besonnung gemessen. Instruktiv ist auch eine Messung an *Funaria*, die gleichzeitig an besonnten und beschatteten Blättchen vorgenommen wurde.

Funaria 27. X. 1913, 2^h p. T = 14,5° W = 0 bis schwach R = 0	Besonnt von 10^h a. bis 2^h p.	Beschattet
Spreite 1 Spitze . .	0,319	0,297
2	0,382	0 34
3	0,404	0,404
4	0,466	0,447
5	0,577	0,595?
Nerv 1	0,425	0,405
2	0,495	0,495
3	0,585	0,585
4	0,675	0,63

Erwähnt sei ferner eine Tabelle MEIERs, der untere Blattepidermen derselben Spezies an sonnigem und schattigen Standort untersuchte.

---

1) DE VRIES, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Pringsh. Jahrb. **14**, 1884.

2) COPELAND, l. c.

	Im Schatten	In der Sonne
Urtica urens	0,55	0,65
Minuartia verna . . .	0,85	0,90
Arenaria ciliata . . .	0,45	0,50
Kernera saxatilis . .	0,55	0,60
Arabis alpina	0,35	0,40
Saxifraga oppositifolia.	0,50	0,55
Saxifraga Aizoon . . .	0,85	0,90
Dryas octopetala . . .	0,60	0,65
Teucrium montanum. .	0,65	0,75
Globularia cordifolia. .	0,70	0,80
Galium asperum . . .	0,65	0,70

Wind.

Die Wirkung des Windes bemerkten wir am deutlichsten an den Blättern von *Funaria,* die schon bei schwachen Luftströmungen den osmotischen Wert erhöhen. Bei starkem Wind findet ein weiteres Anschwellen statt, um in ruhiger Luft wieder zurückzugehen. Es reagieren im allgemeinen am raschesten und stärksten die am meisten exponierten Spitzenpartien.

(Siehe Tabelle S. 132.)

Empfindlich sind auch die jungen Stengel von *Helleborus,* die in relativ kurzer Zeit ein deutliches Ansteigen erkennen ließen.

Datum der Unters. 12. XI. 1913.	1^h p.	4^h p.
	W = schwach	W = stark
Epidermis	0,375	0,431
Außenrinde	0,453	0,453
Innenrinde	4,435	0.453
Geleitzellen	0,538	0,562
Kambium	0,569	0,569
Hadromparenchym	0,569	0,569
Markzellen	0,495	0,517

Zuverlässiger als diese Beobachtungen im Freien sind die Laboratoriumsversuche von MEIER, in denen jedoch nur die untere Blattepidermis gemessen wurde. Die in Gartenerde eingetopften Exemplare wurden nach reichlicher Begiessung vor einem Ventilator aufgestellt und erhielten täglich, gleich wie die Kontrollpflanzen, je 20 ccm Leitungswasser. a = Kontrollpflanzen ohne Wind, b = Pflanzen mit Wind. Zimmertemperatur etwa 15°C.

Datum der Unters. 2. III. 1914.		8h a.	10h a.	2h p.	4h p.	6h p.
T = Temperatur I = Insolation R = Regen W = Wind		T = 1° I = bedeckt R = fehlt W = fehlt	T = 0,5° I = bedeckt R = fehlt W = schwach	T = 1° I = bedeckt R = fehlt W = schwach	T = 1° I = bedeckt R = fehlt W = stark	T = 0° I = bedeckt R = fehlt W = fehlt
Spreite	1 Spitze	0,319	0,319	0,404	0,447	0,382
	2	0,359	0,382	0,485	0,447	0,404
	3	0,382	0,404	0,466	0,489	0,466
	4	0,51	0,51	0,581	0,531	0,531
	5 Basis	0,51	0,535	0.562	0,562	0,585
Nerv	1 Spitze	0,36	0,382	0,882	0,425	0.425
	2	0,405	0,405	0,425	0,45	0,425
	3	0,45	0,45	0,472	0.472	0,472
	4	—	0,482	0,482	0,489	0,489
	5 Basis	0,577	0,595	0,552	0,577	0,531

	Beginn d. Versuchs	1. Tag		2. Tag		3. Tag		4. Tag		5. Tag		6. Tag		8. Tag		10. Tag	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Primula Auricula	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,25	0,35	0,25	0,40	0,30	0,50	0,30	0,55	0,30	0,60
Impatiens Sultani (Wasserkultur)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,20	0,30	0,20	0,35	0,20	0,35	0,20	0,40
Impatiens Sultani (Topfkultur)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,35	0,30	0,35	0,30	0,40	0,30	0,50	0,35	welk	0,35	welk	0,35	welk
Anemone Hepatica	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,60	0,50	welk	0,50	welk	0,50	welk
Globularia cordifolia	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,80	0,90	0,80	0,95	0,80	1,05	0,85	1,15	0,85	?	0,85	welk
Erinus alpinus	0,55	0,55	0,55	0,55	0,60	0,55	0,65	0,55	0,75	0,55	welk	0,55	welk	0,55	welk	0,55	welk
Saxifraga Aizoon	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,65	0,60	0,65	0,60	0,70	0,60	0,70	0,60	welk	0,60	welk
Draba aizoides	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,60	0,50	0,65	0,50	welk	0,50	welk	0,50	welk
Veronica Beccabunga. (Wasserkultur)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,45	0,40	0,45	0,40	0,45	0,40	0,45	0,40	0,45
Plantago lanceolata	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,35	0,40	0,35	0,50	0,35	0,60	0,35	welk
Taraxacum officinale	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,35	0,45	0,40	0,50	0,40	welk	0,40	welk	0,40	welk	0,40	welk

Bei täglicher Wasserzufuhr und fehlendem Wind zeigten die Pflanzen, bei Salpeterabstufungen von 0,05 Mol, keine oder nur geringe Änderungen im Verlaufe einer Woche; dagegen war bei Windwirkung vielfach Welken eingetreten. Deutlich ist aber an diesen Beispielen der Einfluß der Bodenfeuchtigkeit zu erkennen; so hat die Wasserkultur von *Veronica Beccabunga* selbst nach 10 Tagen vor dem Ventilator den osmotischen Wert nur wenig erhöht; die Wasserkultur von *Impatiens* blieb frisch, während die Topfkultur welkte.

Bodenfeuchtigkeit.

Noch klarer ergibt sich die Bedeutung der Bodenfeuchtigkeit aus folgenden Versuchen MEIER's.

Es bedeutet: a = täglich 20 ccm Wasser, ohne Wind,
c = ohne Wasser, ohne Wind,
d = ohne Wasser, mit Wind.

(Siehe Tabelle S. 135.)

Auf Änderungen der Bodenfeuchtigkeit glauben wir auch die folgenden Schwankungen in der *Helleborus*-Wurzel zurückführen zu sollen. Der ersten Messung vom 18. VIII. 1913 gingen einige Tage schönes Wetter voraus; am 19. abends setzte Regen ein, der bis zum folgenden Mittag andauerte; bei der 3. Messung um 5^h abends war der Boden oberflächlich wieder trocken.

Datum	18. VIII. 1913 9^h a.	20 VIII. 1913 8^h a.	20. VIII. 1913 5^h p.
Epidermis (Wurzelspitze)	0,418	0,375	0,386
Außenrinde	0,469	0,45	0,445
Innenrinde	0,52	0,50	0,48
Leptomparenchym	0,697	0,675	0,675
Geleitzellen	0,655	0,631	0,631
Kambium	0,555	0,531	0,555
Hadromparenchym	0,607	0,585	0,585

Ferner stellte BUCHHEIM bei *Cylindrocystis*, die aus einem fast ausgetrockneten Graben stammte, einen osmotischen Wert von 11,19 % Rohrzucker fest, während nach seinen Angaben die Grenzplasmolyse gewöhnlich bei 7,75 % liegt.

Auch E. PRINGSHEIM[1]) gibt für trocken gehaltene Pflanzen einen höheren osmotischen Wert an als für normale. So fand er für

---

[1]) PRINGSHEIM, Wasserbewegung und Turgorregulation. Jahrb. f. wiss. Bot. 1906.

	Beginn des Versuches	1. Tag			2. Tag			3. Tag			4. Tag			5. Tag			6. Tag			8. Tag			10. Tag		
		a	c	d	a	c	d	a	c	d	a	c	d	a	c	d	a	c	d	a	c	d	a	c	
Primula Auricula . .	0,25	0,25	0,25	0,30	0,25	0,30	0,35	0.25	0,35	0,40	0,25	0,40	0,45	0,25	0,40	0,50	0,30	0,45	0,60	0,30	0,50	welk	0,30	0,55	am 12. Tage Welken
Impatiens Sultani . . (Wasserkultur)	0,20	0,20	—	—	0,20	—	—	0,20	—	—	0,20	—	—	0,20	—	—	0,20	—	—	0,20	—	—	0,20	—	
Impatiens Sultani . . (Topfkuftur)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30	0,35	0,50	0,30	0,35	0,60	0,30	0,40	welk	0,35	0,60	welk	0,35	welk	welk	0,35	welk	
Anemone Hepatica .	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55	0,55	0,50	0,55	0,60	0,50	0,60	welk	0,50	?	welk	0,50	0,70	welk	0,50	0,70	ält. Blätter welk
Globularia cordifolia .	0,80	0,80	0,80	0,85	0,80	0,80	0,90	0,80	0,85	1,05	0,80	0,85	1,20	0,80	0,85	welk	0,85	0,90	welk	0.85	0,95	welk	0,85	1,00	
Erinus alpinus . . .	0,55	0,55	0,55	0,60	0,55	0,55	0,70	0,55	0,55	0.80	0.55	0,60	welk	0,55	0,60	welk	0,55	0,65	welk	0 55	0,65	welk	0,55	0,65	
Saxifraga Aizoon . .	0.60	0,60	0,60	0,60	0,60	0.60	0,65	0,60	0,60	0,70	0,60	0,65	0,75	0,60	0,65	0,80	0,60	0,65	0,90	0,60	0,70	welk	0,60	0,70	am 12. Tage Welken
Draba aizoides . . .	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,50	0,55	0.50	0,55	0,65	0,50	0,55	welk	0,50	0,60	welk	0,50	0,60	welk	0,50	0,65	welk	0,50	welk	
Veronica Beccabunga . (Wasserkultur)	0,40	0,40	—	—	0,40	—	—	0,40	—	—	0,40	—	—	0,40	—	—	0,40	—	—	0,40	—	—	0,40	—	
Plantago lanceolata .	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,35	0,35	0,35	0,40	0,35	0,40	0,45	0,35	0,40	0,55	0,35	0,45	0,65	0,35	0,50	welk	0,35	0,60	
Taraxacum officinale .	0,35	0,35	0,85	0,40	0.35	0,40	0,45	0,35	0 40	0,55	0,40	0,40	welk	0,40	0,45	welk	0,40	0,50	welk	0.40	0,55	welk	0,40	0,60	ält. Blätter welk

Cucurbita Pepo:

Topf in Wasser, Dampfraum	14—16 %
In Wasser, Gewächshausluft	18 %
Normal gegossen, Gewächshausluft	24—26 %
Wenig gegossen, Gewächshausluft	42—44 %
Ganz trocken, Zimmerluft	55 %

Endlich ist noch eine Beobachtung von de Vries[1]) zu erwähnen, wonach *Helianthus tuberosus* nach trockenem Wetter 0,23, nach einwöchentlichem täglichem Bewässern aber nur noch 0,18 KNO_3 aufwies.

Viel rascher als in den erwähnten Fällen erfolgte die Reaktion in unseren Versuchen mit *Funaria*. Die Pflänzchen wurden am 12. III. 1914, 8^h vormittags frisch untersucht, dann auf dem Arbeitstisch liegen gelassen und zu den angegebenen Zeiten wieder gemessen.

		8^h a. frisch	8^h 15 a.	8^h 30 a.	9^h a.	10^h a.	12^h
Spreite	1	0,297	0,33	0,348	0,371	0,413	0,452
	2	0,309	0.33	0,371	0,392	0,452	0,474
	3	0.309	0,371	0,392	0,413	0,474	0,495
	4	0,33	0,392	0,413	0,452	0,494	0.516
	5	0,371	0,413	0,434	0,474	0,516	0,516
Nerv	1	0,382	0,404	0,435	0 447	0,466	0,489
	2	0,404	0 435	0,447	0,466	0,489	0,51
	3	0,435	0,447	0,466	0,489	0,51	0,51
	4	0.489	0.489	0,51	0,51	0,531	0,531
	5	0,531	0,531	0,531	0,552	0,552	0,552

Bei den folgenden Versuchen vom 5. II. 1916 diente Rohrzucker als Plasmolytikum; die Blätter wurden stets in Zone 2 gemessen.

9^h 30 a. frisch	3^h p. seit 9^h 30 a. auf Arbeitstisch liegend	3^h 30 p. seit 9^h 30 a. in Nähe des Heizkörpers	9^h 30 p. seit 9^h 30 a. auf Arbeitstisch liegend
0,70	0,85	bei 1,20 keine Plasmolyse	1,20

Während beim Austrocknen der osmotische Wert oft rasch anwuchs, nahm er beim Einlegen der Blätter in Wasser von Zimmertemperatur (19 ° C) nur relativ langsam ab[2]).

---

[1]) De Vries, l. c.

[2]) Die aus dem Wasser gehobenen Blätter wurden vor dem Einlegen in die Zuckerlösung rasch und sorgfältig zwischen Filtrierpapier abgetrocknet.

Anfangswert	5 Min. in aq dest.	10 Min. in aq. dest.	20 Min. in aq. dest.	25 Min. in aq. dest.	40 Min. in aq. dest.	1 Stunde in aq. dest.
0,70	0,70	0,70	—	0,70	—	—
1,20	—	—	1,20	—	< 1,20	1,20

Ähnliche Versuche machten wir mit der Mittelnervepidermis der Blattunterseite von *Tradescantia*. Flächenschnitte aus der Mitte des Nervs wurden der Länge nach halbiert, die eine Hälfte sofort untersucht, die andere Hälfte nach der unten angegeben Behandlung. Plasmolytikum: Rohrzucker.

Anfangswert	frei auf Objektträger liegend				
	5 Min.	10 Min.	30 Min.	40 Min.	60 Min.
0,355	0,36	0,365	0,365	0,365	0,37

Anfangswert	5 Min. in aqu. dest.	10 Min. in aqu. dest.	20 Min. in aqu. dest.
0,36	0,35	<0,35	—
0,345	—	—	0,32

Beim Einlegen in Wasser nimmt hier der osmotische Wert also bedeutend rascher ab als bei *Funaria*.

Ein Ansteigen des osmotischen Wertes der unteren Epidermis beim Liegenlassen der Blätter auf dem Arbeitstisch ergibt sich auch aus den folgenden Angaben von MEIER. (Mol KNO_3)

	frisch	nach 2 Stdn.	nach 10 Stdn.	nach 24 Stdn.
Syringa vulgaris	0,80	0,85	1,—	1,20
Anemone Hepatica	0,35	0,40	0,50	0,80
Taraxacum officinale	0,35	0,40	0,50	0,70
Mercurialis perennis	0,60	0.65	0,70	1,20 - 1,50

Noch stärker war das Ansteigen, als die Blätter, in einer Botanisierbüchse eingeschlossen, von morgens 10^h bis abends 5^h der Sonne ausgesetzt wurden. (Nichtberußtes Therm. in Sonne 32^0 C.)

	frisch	nach 7 Stdn.
Syringa vulgaris	0,80	1,40
Anemone Hepatica	0,35	1,20
Taraxacum officinale	0,35	0,85
Mercurialis perennis	0,60	1,50

Auf Differenzen in der Wasserversorgung dürfte es in erster Linie zurückzuführen sein, daß in den Alpen dieselbe Spezies auf Gerölle und besonders auf Fels einen höheren osmotischen Wert zeigt als auf den Humusbändern und Alpenwiesen.

	Felsen	Gerölle	Humusständer	Alpenwiesen
Gypsophila repens . . .	0,55	0.48	0,48	
Saponaria ocymoides . .	0,78	0,71	0.70	
Cerastium arvense . . .	0,93	0,93	0,85	
Arenaria ciliata	0,50	0,40	0,40	
Moehringia muscosa . .	0,60	0,55	0,53	
Hutchinsia alpina . . .	0,65	0,60		
Arabis alpina	0,41	0,35	0,35	
Oxytropis montana . . .	0,60	0.50	0,50	
Anthyllis vulneraria . .	0,48	0,48	0,43	0,40
Lotus corniculatus . . .	0,61	0,60	0,60	0,50
Hippocrepis comosa . .	0,63	0,60	0,58	0,55
Bupleurum ranunculoides	0,95	0,90	0,88	
Salix retusa	0,68	0,63	0,60	

An dieser Stelle sei auch auf den Gegensatz zwischen alpinen Sumpfwiesen und Alpenwiesen hingewiesen, obschon die Ursache natürlich nicht in der „Bodenfeuchtigkeit“ sondern im Sauerstoffgehalt und anderen Faktoren zu suchen ist.

	Alpenwiese	Sumpfwiese
Tofieldia calyculata . .	0,27	0,35
Lychnis Flos cuculi . .	0,56	0,70
Parnassia palustris . .	0,50	0,52

Verschiedenen Faktoren ist es zuzuschreiben, daß dieselbe Spezies in den Alpen einen höheren osmotischen Wert zeigt, als in der Ebene.

	Freiburg Juni	Gastlosen Juni	Freiburg Februar	Gastlosen Februar
Sanguisorba minor . . .	0,50	0,65	0,60	0,85
Saxifraga aizoides . . .	0,20	0,30	0,30	0,35
Anthyllis vulneraria . . .	0,40	0,65	0,70	0,80
Carum Carvi	0,90	1,10	—	—
Myosotis silvatica	0.40	0,65	—	—
Veronica Beccabunga . . .	0,40	0,60	—	—
Euphrasia Rostkoviana . .	0,30	0,50	—	—
Pinguicula alpina	0,25[1]	0,70[2]	—	—
Galium asperum	0,45	0,85	0,55	0,70
Bellidiastrum Michelii .	0,35	0,60	—	—
Taraxacum officinale . . .	0,40	0,50	—	—
Asplenium Trichomanes . .	—	—	1,00	1,20
Asplenium Ruta muraria .	—	—	0,95	1,05

Deutlich läßt sich der Einfluß der Witterung aus der folgenden Beobachtungsreihe MEIERs aus den Gastlosen erkennen.

Datum	*Globularia cord.*		*Saxifraga Aizoon*		*Sempervivum tect.*	Bemerkungen
	Felsenspalte	Humusband	Felsenspalte	Geröllhalde	Felsenspalte	
18. Juni 1912	1,00	0,80	0,80	0,75	0,25	seit 17. Juni schönes Wetter
20. „ „	1,10	0,80	0,85	0,75	0,25	
22. „ „	1,20	0,90	0,90	0,80	0,30	seit 21. Juni starker Wind
26. „ „	1,05	0,80	0,85	0,75	0,30	seit 23. Juni bewölkt und Regen
27. „ „	0,90	0,75	0,75	0,65	0,30	
1. Juli „	1,00	0,75	0,70	0,60	0,25	seit 30. Juni schön
4. „ „	0,90	0,70	0,70	0,60	0,25	seit 2. Juli Regen
6. „ „	0,95	0,70	0,75	0,60	0,25	
8. „ „	1,00	0,70	0,80	0,65	0.25	seit 4. Juli schön
12. „ „	1,05	0,75	0,85	0,70	0,30	
15. „ „	1,15	0,75	0,95	0,80	0,30	
17. „ „	1,20	0,80	1,05	0,95	0,35	seit 8. Juli starker Wind
22. „ „	0,80	0,70	0,95	0,80	0,30	
25. „ „	0,80	0,65	0,90	0,70	0,25	
29. „ „	0,80	0,65	0,80	0,65	0,25	
3. August „	0,70	0,65	0,65	0,65	0,20	
9. „ „	0,65	0,60	0.65	0,65	0,20	
14. „ „	0,60	0,60	0,65	0,65	0,20	seit 19. Juli veränd., Schnee u. Regen
20. „ „	0,75	0,65	0,70	0,65	0,25	seit 14. Aug. schön
25. „ „	0,60	0,60	0,65	0,65	0,20	seit 22. Aug. bewölkt u. Regen
21. Sept. „	0,70	0,65	0,65	0,65	0,20	Morgens u. Abends Nebel
12. Oktober „	0,80	0,70	0,75	0,70	0.20	Morgens u. Abends Nebel

---

[1] Nasser Fels.

[2] Trockener Fels.

In der einschlägigen Literatur werden die Änderungen des osmotischen Wertes in verschiedener Weise zu erklären versucht. Nach dem Vorgange von PFEFFER[1]) haben KRABBE[2]), COPELAND[3]) und andere das Steigen bzw. Sinken des osmotischen Wertes mit einer Hemmung bzw. Förderung des Wachstums in Verbindung gebracht. Wenn man sich vorstellt, daß die Bildung osmotischer Substanz gleichmäßig andauert, so müßten Hemmungen oder Förderungen des Wachstums tatsächlich die genannten Wirkungen hervorrufen. Die folgende Übersicht zeigt, daß vielfach eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Wachstum und osmotischem Wert beobachtet worden ist.

	Wachstum	osmot. Wert
rel. hohe Temperatur . . .	gehemmt	steigt
rel. tiefe Temperatur . . .	gehemmt	steigt
starkes Licht	gehemmt	steigt
Dunkelheit	gefördert	fällt
Eingipsen	gehemmt	steigt
Erhöhung des osmot. Wertes des Substrates	gehemmt	steigt
Austrocknen des Bodens . .	gehemmt	steigt

Indessen lassen sich durchaus nicht alle Schwankungen des osmotischen Wertes auf diese Weise plausibel machen. Wir sehen von anderen Ausnahmen ab und weisen nur darauf hin, daß in ausgewachsenen Zellen der osmotische Wert sich ganz bedeutend ändern kann, obschon das Wachstum also sistiert ist. Gerade in unseren und MEIERs Versuchen wird daher vielfach ein anderer Zusammenhang zu suchen sein.

Nun geht dem Steigen bzw. Sinken des osmotischen Wertes häufig eine Erschwerung bzw. Erleichterung der Wasserversorgung voraus. So begünstigt hohe Temperatur das Austrocknen des Bodens und die Transpiration der Pflanze, kann also leicht die Wasserversorgung erschweren. Dasselbe ist bei tiefer Temperatur der Fall, wenn die Aufnahme stärker reduziert wird als die Abgabe. Genugsam ist auch die Förderung der Transpiration durch das Licht bekannt. Große Boden- und Luftfeuchtigkeit erleichtert die Wasserversorgung und erniedrigt auch den osmotischen Wert, während der Wind die Austrocknung des Bodens und meist auch die Transpiration

---

1) PFEFFER, Studien zur Energetik 1892, p. 228; Druck- u. Arbeitsleistung 1893, p. 304.

2) KRABBE, Jahrb. f. wiss. Bot. 1895.

3) COPELAND, l. c.

fördert und entsprechend die Wasserversorgung erschwert. Interessant ist die Bedeutungslosigkeit des Windes bei hoher Bodenfeuchtigkeit, speziell in Wasserkulturen (vgl. die entspr. Tabelle MEIERs). Wir kommen somit auf anderem Wege zu dem schon von PRINGSHEIM[1]) gefundenen Resultat, daß nicht die Transpirationsgröße die Erhöhung des osmotischen Wertes verursacht, sondern der Wassermangel. Bei den Regulationen, die submerse Gewächse in verschieden konzentrierten Salzlösungen ausführen, ist eine Beeinflussung durch Transpiration von vornherein ausgeschlossen.

Die Außenfaktoren werden sich aber auch noch in anderer Weise geltend machen können. Es sei, um 2 Beispiele aus vielen herauszugreifen, erinnert an die Beziehung zwischen Atmung, also Stoffverbrauch und Temperatur, die vielleicht unter gewissen Umständen eine Rolle spielen kann; wichtiger dürfte die Bedeutung des Lichtes durch die Bildung osmotischer Substanz bei der Assimilation sein. Allerdings liegen hier die Verhältnisse lange nicht so einfach, wie man das anfänglich vermuten konnte; denn COPELAND zeigte, daß die Höhe des osmotischen Wertes nur in sehr entferntem Maße von der Assimilation abhängig ist und nach PFEFFER[2]) scheint der osmotische Wert auch in ganz ausgehungerten Zellen nicht unter 1 pCt. $K\,NO_3$ zu sinken.

Was die weitere Analyse der Aenderungen des osmotischen Wertes betrifft, so finden sich in der Literatur die folgenden Möglichkeiten aufgezählt.

Zunahme des osmotischen Wertes: Volumabnahme der Zelle, Eintritt osmotisch wirksamer Stoffe in die Zelle, Erhöhung des osmotischen Wertes des Zellsaftes durch Erzeugung neuer osmotisch wirksamer Stoffe oder durch Umwandlung schon vorhandener Stoffe in osmotisch wirksamere.

Abnahme des osmotischen Wertes: Volumzunahme der Zelle durch Aufnahme von Wasser, Austritt osmotisch wirksamer Substanzen, Herabsetzung des osmotischen Wertes des Zellsaftes.

Daß eine durch Abgabe von Wasser bedingte Volumabnahme der Zelle, ceteris paribus, den Zellsaft konzentrierter macht, ist selbstverständlich; auch wird diese Erhöhung des osmotischen Wertes mit der Methode der Gefrierpunktserniedrigung meßbar sein. Anders verhält es sich dagegen mit der plasmolytischen Methode. Es trete z. B. Grenzplasmolyse in a Mol Rohrzucker ein und das Volumen habe sich bei der Grenzplasmolyse von 100 auf 80 verkleinert. Wenn sich nun vor dem Einlegen in das Plasmolytikum das Volumen durch Wasserabgabe von 100 auf 90 reduziert, so wird die Grenzplasmolyse — ceteris paribus — trotzdem wieder in a Mol Rohrzucker erfolgen. Ist aber die Grenzkonzentration größer als a Mol Rohrzucker, so weist dies auf Eintritt oder Erzeugung osmotischer Substanz, bzw. auf Umwandlung vorhandener Stoffe in osmotisch wirksamere hin.

---

[1]) PRINGSHEIM, l. c. p. 120.

[2]) PFEFFER, Pflanzenphysiologie I p. 121.

---

12. Karl Müller: Über Anpassungen der Lebermoose an extremen Lichtgenuß.

(Mit 5 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. Februar 1916.)

Die Lebermoose kann man im allgemeinen zu den Schattenpflanzen rechnen, denn sie finden sich ja in der Regel nur an Stellen mit geringer Lichtintensität. Es gibt aber auch eine Anzahl Arten, die bei ausnehmend geringem Lichtgenuß, wie z. B. im Innern von Höhlen, noch leben und andererseits solche, die an Stellen mit stärkster Insolation noch gedeihen können, in Europa also z. B. in den Mediterrangebieten und im Hochgebirge.

Da über Anpassungen an ausnahmsweise niedere oder hohe Lichtstärken bisher nur wenig bekannt wurde, sollen in folgendem einige verbreitete Fälle geschildert werden. Es wird sich dabei zeigen, wie ähnlich die zu gleichem Zwecke vorhandenen Anpassungen bei Lebermoosen und höheren Pflanzen mitunter sind.

I. Anpassungen zur Lichtausnützung.

Bei Untersuchungen, die LÄMMERMAYR in zahlreichen Höhlen angestellt hat, konnten Vegetationen von *Fegatella conica* noch bei einer Lichtstärke von $L = \frac{1}{300}$ festgestellt werden. Leider gibt aber der Verf. keinen Aufschluß über die gewiß interessante Morphologie des Thallus, der bei so geringer Beleuchtung gewachsen ist. KAALAAS hat jedoch *Fegatella*-Pflanzen ähnlicher Standorte beschrieben, ohne daß er allerdings ihre Zugehörigkeit, infolge der abnormen Ausbildung, richtig erkannt hätte, denn er glaubte eine neue Art der Gattung *Fimbriaria* vor sich zu haben, die er *Asterella*

Kiaerii nannte. Nach ihm weist der äußerst zarte, nur wenige Zellagen dicke Thallus kein Luftkammergewebe und nur vereinzelte Atemöffnungen auf, die jedoch nicht, wie bei normalen Pflanzen, auf einer kugelförmigen Emporwölbung des Thallus liegen. Infolge reduzierten Lichtgenusses hat also diese Marchantiacee einen ähnlichen Thallusaufbau erlangt, wie er z. B. bei *Dumortiera* stets vorkommt, d. h. die Assimilationsfäden in den Luftkammern verschwinden, und diese selbst werden stark reduziert oder fehlen ganz. Der Assimilationsapparat wird in die oberste Zellschicht verlegt, um die geringe Lichtmenge ohne weitere Abschwächung aufnehmen zu können. Neuerdings wurde dann, ohne die KAALAAS'sche Mitteilung zu kennen, von MAYBROOK nochmals ein bei geringerer Lichtintensität im feuchten Raume aus Brutkörpern erzogener Thallus der *Fegatella* beschrieben. Bei derartigen Kulturen konnte auch die Bildung von Atemöffnungen unterdrückt werden.

Auch *Cyathodium*, eine Marchantiacee, von der ich Material aus Ceylon durch Dr. HERZOG erhielt, wächst an sehr lichtarmen Stellen. Der Thallus ist hier nur zwei Zellagen dick, die durch niedere Wände auseinandergehalten werden. In den so entstehenden niederen Kammern fehlen chorophyllhaltige Zellsprossungen vollkommen. Die Chloroplasten sind wie bei den schon erwähnten Gattungen in die Oberflächenzellen verteilt, und zwar bei *Cyathodium* in sehr zweckentsprechender Weise, worauf ich schon in meiner Bearbeitung der europäischen Lebermoose hingewiesen habe. (Bd. I. S. 235.)

Die Oberflächenzellen sind kugelig, und die Chloroplasten liegen in dem unteren Teil der Kugel beisammen. Das eintretende Licht wird durch den wässerigen Inhalt der kugeligen Zellen auf das Chlorophyll konzentriert, in genau der gleichen Weise, wie es z. B. von dem Leuchtmoos *Schistostega* und der Goldglanzalge (*Chromulina Rosanoffii*) bekannt ist. Und ebenso wie bei diesen wird auch ein Teil des Lichtes nach dem Durchgang durch das Chlorophyll an der dahinter liegenden Zellwand reflektiert und läßt den Thallus darum bei richtiger Stellung des Beobachters smaragdgrün leuchtend erscheinen.

Jungermanniaceen zeigen an lichtarmen Stellen immer starke heliotropische Krümmungen. Sie sind ferner mehr oder weniger etioliert oder rudimentär entwickelt, vor allem immer sehr zart gebaut und äußerst schwach kutikularisiert. Viele sind bläulichgrün gefärbt, was wohl von den spärlichen Chloroplasten herrührt, und die Blattzellen wölben sich uhrglasartig vor, wodurch ebenso wie bei *Cyathodium* stärkere Lichtausnutzung möglich wird.

Wo Jungermannien an schattigeren Plätzen gedeihen als sie es sonst gewohnt sind, vergrößern sie vielfach die Blattfläche, ebenso wie höhere Pflanzen, und weisen fast immer reichliche Gemmenbildung auf, wie z. B. *Calypogeia Neesiana*, die in Höhlen in Buntsandsteingebirgen häufig ist.

Wir finden also ebenso wie bei den Marchantien auch bei den Jungermannien ähnliche Reaktionen auf Lichtentzug, vor allem stimmt die Vorwölbung der Zellen zwecks besserer Lichtausnutzung bei beiden überein.

II. Anpassungen zum Lichtschutz.

Die geschilderten Einrichtungen zur besseren Lichtausnutzung sind natürlich im Hinblick auf die Gesamtheit der Lebermoose verhältnismäßig bedeutungslos, denn es gibt eben nur wenige Arten, die mit äußerst geringen Lichtmengen sich begnügen. Viel wechselvoller erscheinen dagegen bei Lebermoosen die Einrichtungen zum Schutz gegen zu starkes Licht, was ja auch zu erwarten ist, da eine große Anzahl mitunter der stärksten Bestrahlung ausgesetzt sein kann, besonders im Gebirge, wo vor allem die kurzwelligen (violetten und ultravioletten) Strahlen, die in unteren Lagen von der Dunstschicht fast ganz absorbiert werden, ihre zerstörende Wirkung auf ungeschützte Pflanzenteile zur Geltung bringen können.

Man hat eine Anzahl der im folgenden geschilderten Erscheinungen bisher in der Hauptsache als xerophytische Anpassungen gedeutet. Wenn sie aber auch in manchen Fällen eine Insolation gegen Wärmestrahlen bewirken, so ist damit noch nicht ausgeschlossen, daß sie ebensosehr, und wie mir scheint sogar noch viel umfangreicher, einen Schutz gegen zu starke Insolation bieten.

a) Absorption eines Teils der Lichtstrahlen.

Lebermoose, die an sonnigen Stellen gedeihen, sind gewöhnlich mehr oder weniger intensiv rotbraun bis violettrot, ja manchmal (besonders im Hochgebirge und in der Arktis) sogar fast schwarz gefärbt. Der färbende Stoff ist aber nicht im Zellsaft enthalten, sondern der Zellwand eingebettet, die dann gewöhnlich auch stark verdickt ist.

Stahl erblickte in der Dunkelfärbung eine Anpassung an stärkere Erwärmung, wodurch eine gesteigerte Lebenstätigkeit der Pflanzen möglich wird.

In arktischen Gebieten, wo die kurzwelligen Sonnenstrahlen nur noch wenig zur Geltung kommen, weil sie bei dem tieferen Stand der Sonne eine umso dickere Atmosphärenschicht zu durchdringen haben, die sie größtenteils absorbiert, finden wir die Lebermoose vielfach dunkel gefärbt, manchmal sogar schwarz, wie *Marsupella arctica.* In diesem Falle würden also alle Strahlen, die auf die Pflanzen fallen, von ihr absorbiert, vor allem auch die ultraroten Wärmestrahlen, die ja den größten Anteil ($^{8}/_{10}$) des Sonnenlichts ausmachen. Die damit zusammenhängende höhere Erwärmung der Pflanzen wäre also für ihre Lebenstätigkeit von Vorteil. Es würde sich demnach hierbei mehr um eine Ausnutzung der Licht- und Wärmestrahlen als um einen Schutz davor handeln.

Da aber keinerlei exakte Angaben über die Absorption der dunkelgefärbten Zellhäute bei Lebermoosen vorliegen, bleibt es unsicher, ob die Färbung nicht einen ganz anderen Zweck hat, nämlich den eines Lichtfilters.

Es ist z. B. kaum einzusehen, daß die an Baumrinden häufige *Frullania dilatata*, die im Schatten dunkelgrün gefärbt ist, deshalb an sonnigen Stellen schwärzlichrot bis fast schwarz wird, um noch mehr Licht und Wärmestrahlen absorbieren zu können. Vielmehr handelt es sich doch in diesem und zahlreichen anderen Fällen offenbar um eine Schutzfärbung, um gewisse Lichtstrahlen von dem Chlorophyll fernzuhalten.

Sicher ist das dann der Fall, wenn nicht rein rote, sondern rotviolette bis fast rein violette Farbentöne in Betracht kommen, wie bei den Marchantien, bei denen manche an lichtreichen Stellen der Mittelmeerländer wachsende Arten auf der ganzen Thallusunterseite violettrot gefärbt sind oder hier violette Bauchschuppen besitzen. Diese Arten können ihren Thallus bei zu starker Trockenheit einwärts rollen, wobei dann die Unterseite mit den hier stehenden dachziegelartig sich überdeckenden Schuppen nach oben zu stehen kommt, wie bei *Targionia*, *Grimaldia dichotoma*, mehreren Riccien u. a.

Dem Licht, das diese violetten Zellen durchlassen, fehlen für die Assimilation wichtige Farben, nämlich die komplementären Farben Orange und Gelb. Da aber nie reine violette Töne, sondern Mischfarben auftreten, läßt sich auch nur allgemein sagen: die violettroten Farben absorbieren einen Teil der zur Photosynthese nötigen Strahlen, sie wirken also gewissermaßen als Filter, in dem sie eine übermäßige Lebenstätigkeit an Stellen mit zu starker Insolation verhindern.

Von höheren Pflanzen weiß man, daß die Kutikula eine Absorption gewisser Lichtstrahlen zumal der ultravioletten bewirken kann. Ihre starke Ausbildung bei zahlreichen an sonnigen Stellen wachsenden Lebermoosen legt auch bei diesen eine ähnliche Wirkung nahe.

Bei *Riccia Sommieri* z. B. ist die epidermale Zellschicht gelblich gefärbt und ebenso weisen die dickwandigen, über den Thallus herübergebogenen Borsten der *Riccia canescens* gelbliche Wände auf. Das Licht, das durch solche Wände hindurch geht, wird also der komplementären blauen, violetten und ultravioletten Strahlen beraubt werden.

Auch Jungermanniaceen-Blätter weisen vielfach an exponierten Stellen eine äußerst dicht mit halbkugeligen, wasserhellen Papillen bedeckte Kutikula auf. Neben einer Einrichtung zur raschen Wasseraufnahme, darf man in diesen Papillen wohl auch eine Vorrichtung zur Absorption des Lichtes oder zur Umwandlung in diffuses Licht erblicken.

b) Reflexion des Lichtes, diffuses Licht.

An toten Zellen, deren Inneres mit Luft gefüllt ist, tritt leicht eine mehr oder minder starke Totalreflexion der Lichtstrahlen ein, die für Lebermoose, welche an Örtlichkeiten mit starker Insolation, vor allem im Hochgebirge wachsen, wo auch die brechbareren Strahlen stärker in Erscheinung treten, von Vorteil sein muß. Verbreitet finden wir tote, luftführende Zellen an Blättern zahlreicher, den verschiedensten Gattungen angehörender Hochgebirgslebermoose wie *Gymnomitrium concinnatum, G. coralliodes*, *Anthelia julacea*, *A. Juratzkana*, *Prasanthus suecicus*, *Lophozia decolorans*, die alle dicht dachziegelartig übereinander liegende Blätter besitzen. Es schauen aber immer nur die abgestorbenen, ausgebleichten, oberen Teile der Blätter hervor, während der chlorophyllführende Teil von der abgestorbenen Spitze des nächst unteren Blattes überdeckt wird. Die Pflanzen erhalten dadurch ein silbergraues Aussehen. Alles Licht, das also die chlorophyllführenden Zellen trifft, muß zuerst den abgestorbenen Teil des darüberliegenden Blattes passieren, wo es teils total reflektiert, teils in diffuses Licht umgewandelt wird.

Totalreflexion findet auch auf der wachsartig glänzenden Oberseite mancher Marchantiaceen statt, wie vor allem bei den *Plagiochasma*- und einigen *Marchantia*-Arten. Diese kombinieren sogar offenbar Lichtreflexion mit -Absorption, denn die Kutikula ist auffallend stark ausgebildet und wird darum wahrscheinlich einen Teil der erhaltenen Lichtstrahlen aufsaugen.

Bei den Riccien, deren Assimilationsgewebe bekanntlich aus parallel nebeneinander stehenden Pfeilern zusammengesetzt ist, findet man am Ende eines jeden Pfeilers eine größere, kugelige oder mamillöse, chlorophyllfreie Zelle, die in ihrer Gesamtheit eine teilweise Totalreflexion des Lichtes bewirken. Deshalb erscheint auch die Thallusoberseite mancher Arten weißlichgrün, wobei mit zunehmender Verlängerung dieser Epidermiszellen, bedingt durch sonnigen Standort, die Farbe immer mehr silbergrau wird, wie bei *R. sorocarpa*, *R. Sommieri*, vor allem aber bei *R. Bischoffii*, *R. Gougetiana* und *R. melitensis*. (Abb. 1.)

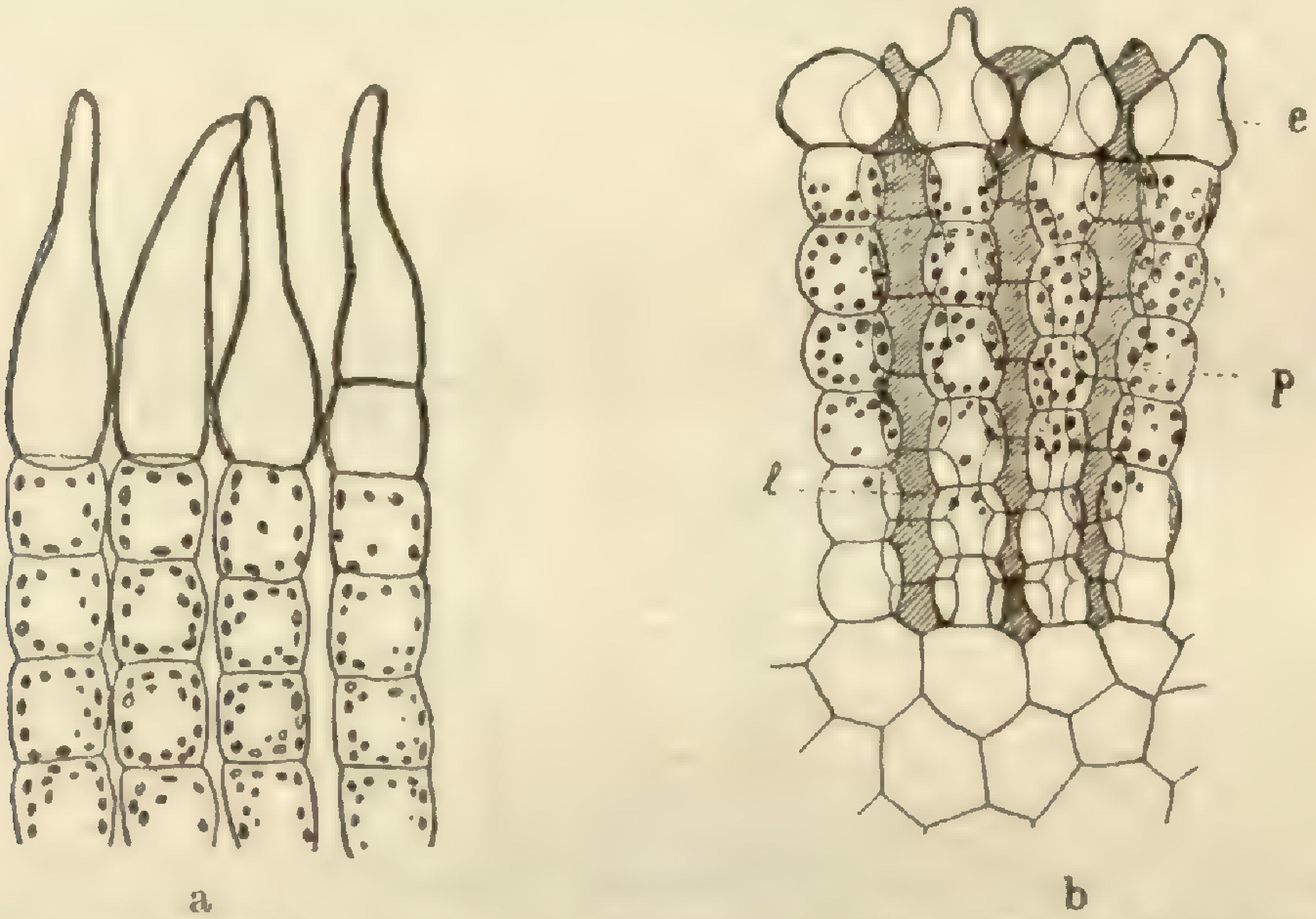


Abb. 1. Längsschnitte durch den Thallus von a *Riccia Bischoffii*, b *R. sorocarpa* e = Epidermiszellen, p = Pfeilerzellen mit Chloroplasten, l = Luftgänge zwischen den einzelnen Pfeilern. Verg. 250/1. (Aus K. MÜLLER, Lebermoose Bd. I.)

Ein anderer Fall der Umwandlung direkter Beleuchtung in diffuses Licht kommt ebenfalls bei Riccien vor. Bei Arten, die an Stellen mit starker Sonnenbestrahlung wachsen, sind nicht nur die Epidermiszellen, sondern auch noch die nächsten Zellen der Pfeiler chlorophyllfrei, manchmal selbst drei und bei *Riccia melitensis* sogar 4—5 Zellen. Erst nach Durchdringung aller dieser Zellen können die Lichtstrahlen an die Chlorophyllkörper gelangen. Solche chlorophyllfreien, mehr oder minder zahlreichen Schichten wirken also als Lichtschirm.

Es gibt aber noch eine Anzahl anderer Vorrichtungen bei Lebermoosen, die zur Abschwächung des Lichtes dienen, die bisher allerdings ausschließlich als xerophytische Anpassungen angesehen wurden.

Sowohl bei Marchantiaceen wie bei Jungermannien ist reiche Zilienbildung, vor allem um die Anlagen der Geschlechtsorgane häufig, die eines besonders wirksamen Schutzes gegen die Wirkungen der Insolation bedürfen. Darum finden wir, zumal bei den sonnenliebenden Marchantiaceen *Clevea hyalina var. Kernii* K. M., bei *Plagiochasma-*, *Grimaldia-*, *Fimbriaria-*Arten die Archegonstände von einem dichten Büschel lanzettlicher Spreuschuppen eingehüllt, die aus wasserhellen Zellen bestehen.

Bei einigen Riccien (z. B. *R. canescens*, *R. spinosissima*), die im Mediterrangebiet vorkommen, ist die ganze Thallusfläche durch sehr zahlreiche, lange Borsten bedeckt, die von den Rändern über den Thallus herüber gebogen werden können. Auch hier wird direktes Licht zuerst zerstreut, bis es auf die Thallusoberseite gelangt. Daneben werden aber durch den hellgelben Farbstoff der Borstenwände, wie schon erwähnt, die brechbareren Strahlen, absorbiert. Absorption und Reflexion der Lichtstrahlen wird also häufig durch gleiche Organe bewirkt.

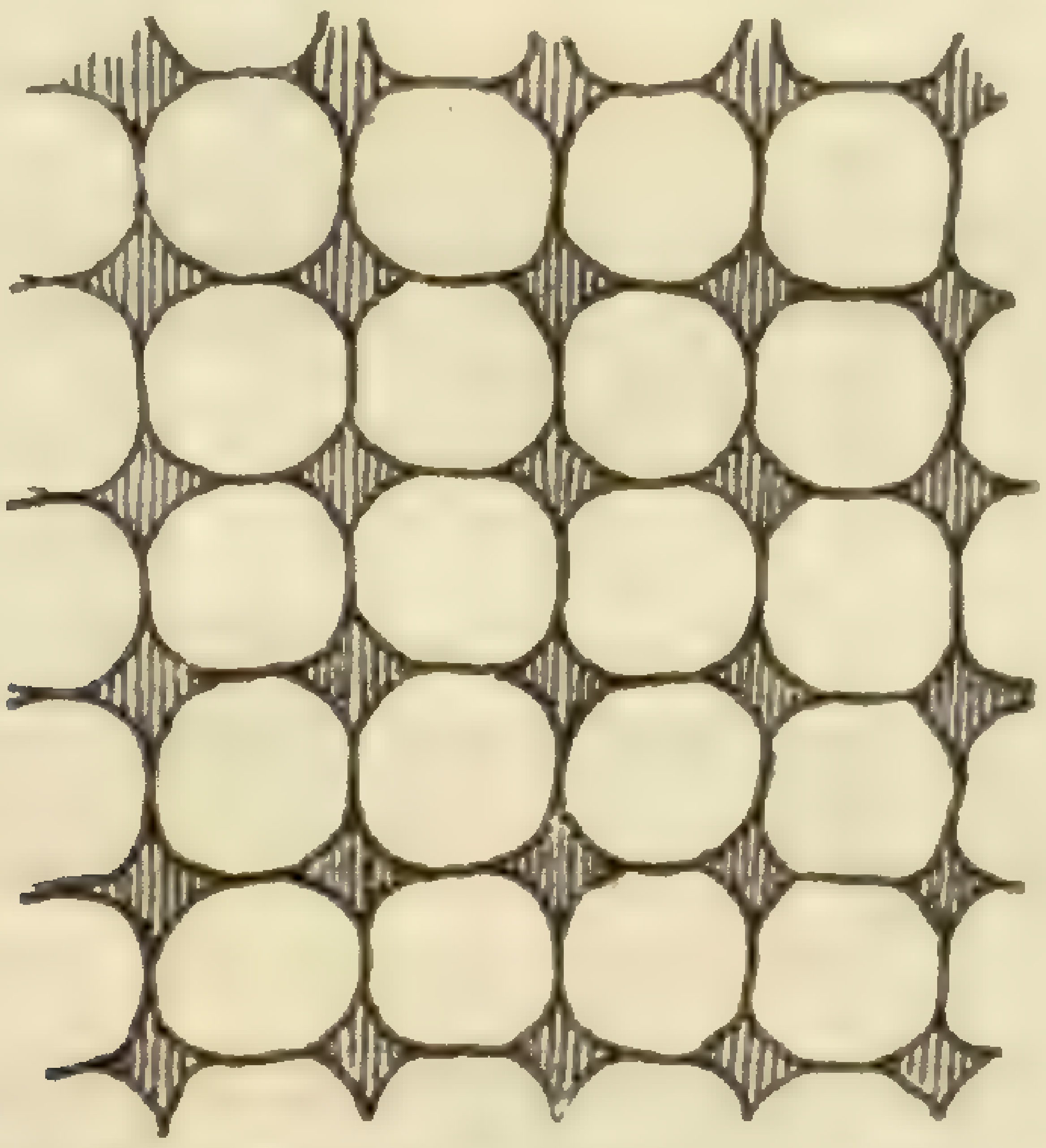


Abb. 2. *Riccia lamellosa*. Thallus von oben gesehen. Die gestrichelten Teile stellen die nach außen offenen Luftgänge dar. Verg. 190/1. (Aus K. Müller, Lebermoose Bd. I.)

Auch zahlreiche lichtliebende Jungermannien weisen an den jungen Perianthien besonders starke Wimperbildung auf, die als Lichtschutz für die Archegonien angesehen werden kann.

In wieder anderer Weise wird direktes Licht bei einigen Marchantiaceen in diffuses umgewandelt. Da es sich hierbei um ganz analoge Anpassungen handelt, wie sie Marloth von der Kapflora als Fensterblättertypus beschreibt, kann man entsprechend von Fensterthallus sprechen.

Die schon erwähnten ballonförmigen, zartwandigen Zellen am Ende der Zellpfeiler des Riccienthallus sind größer als die unteren Zellen der Säule. Während also die Epidermiszellen ziemlich aneinander schließen oder nur geringe Zwischenräume frei lassen, sind die Assimilationssäulen durch Zwischenräume voneinander getrennt, die im Querschnitt fensterartig aussehen. (Abb. 2.) Durch den Rand der größeren Epidermiszellen, oder wenn diese nicht dicht aneinander schließen oder zerstört sind durch die Öffnung, kann nun zwar Licht in diese Kanäle zwischen den Assimilationssäulen eindringen; wird aber, wie bei den von MARLOTH beschriebenen Fensterblättern der Mesembrianthemaceen nur in sehr diffusem Zustande die Chlorophyllkörper in den Pfeilerzellen seitlich treffen.

Die schon mehrfach erwähnte *Riccia Sommieri* zeigt aber auch hier wieder besondere Vorrichtungen gegen übermäßige Insolation, denn bei ihr findet man unter der Epidermisschicht, die aus zartwandigen Zellen besteht, eine Zellschicht aus sehr stark verdickten Zellen. (Abb. 3.) Diese Verdickungen wölben sich in den Luftkanal vor und verengen ihn beträchtlich. Wenn man die beiden obersten Zellschichten vom Thallus abhebt und von der Unterseite betrachtet, erhält man darum das in Abb. 4 dargestellte Bild, auf dem die Mündungen der Luftkanäle in Form kleiner Löcher zu sehen sind, während Abb. 2 die normalen Öffnungen bei Riccien etwas schematisiert darstellt. Man erkennt auch aus dem Längsschnittbilde Abb. 3, daß durch Zusammenschrumpfen der verdickten Zellen in vertikaler Richtung die Löcher verengt werden können. Daß diese Verengung der „Fenster“ für eine durch ihren Standort besonders starker Insolation preisgegebenen Art von Vorteil ist, liegt auf der Hand. Sie sind aber auch deshalb interessant weil sie primitive Atemöffnungen darstellen, wie sie bisher bei der Gattung *Riccia*, mit Ausschluß der Untergattung *Riciella* nicht bekannt waren.

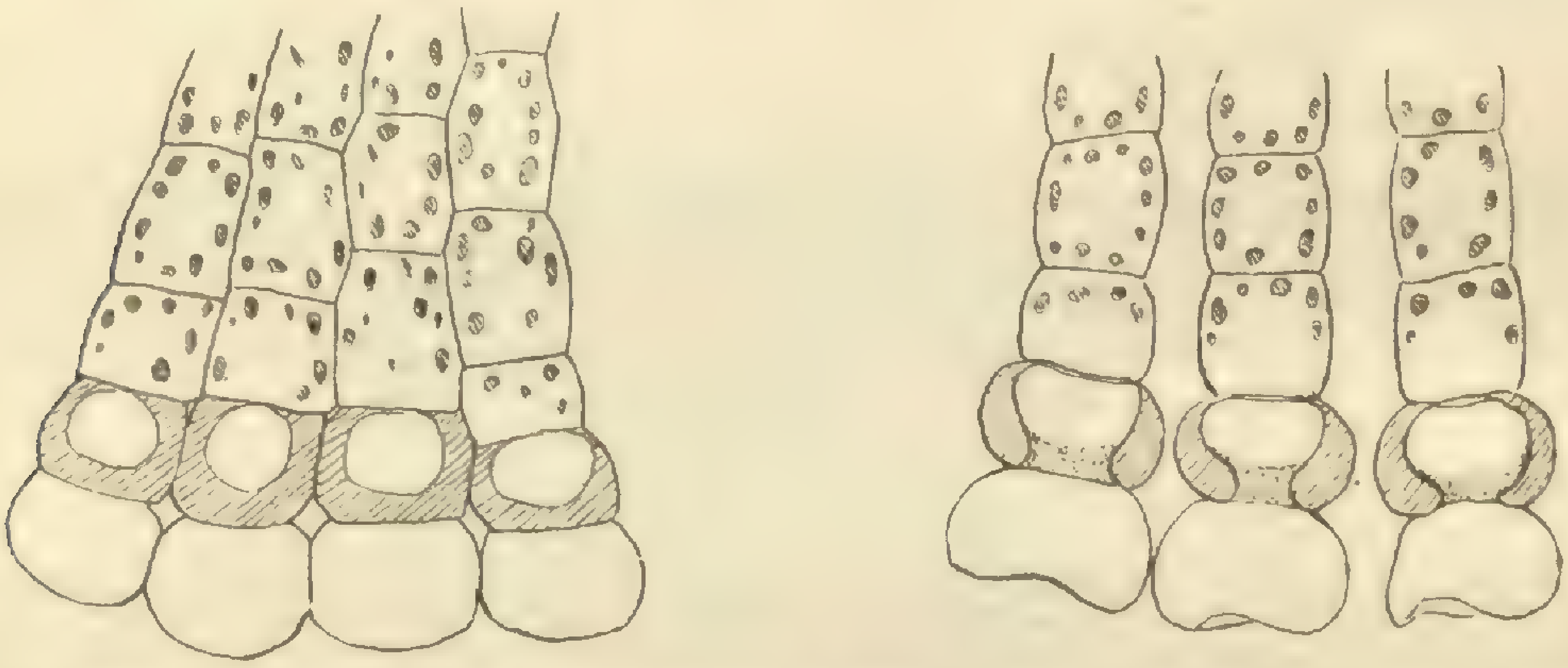


Abb. 3. *Riccia Sommieri.* Längsschnitt durch den Thallus. Links junges Gewebe, bei dem die Zellpfeiler noch aneinander liegen, rechts älteres Gewebe, bei dem die Zellpfeiler durch Luftkanäle voneinander getrennt sind. Verg. 250/1.

Mit der biologischen Erklärung dieser Verengungen als Lichtschutz soll natürlich nicht bestritten werden, daß sie auch gleichzeitig eine Anpassung an die xerophytische Lebensweise des Mooses darstellen.

Wir finden also, zumal bei der in dem Mediterrangebiet sehr artenreichen Gattung *Riccia*, eine Reihe von Anpassungen, um zu starkes Licht in diffuses umzuwandeln, wie Absorption, teils der für die Assimilation besonders wichtigen, teils der violetten und ultravioletten Lichtstrahlen, Reflexion an den Epidermiszellen, Abschwächung durch mehrere Lagen chlorophyllfreier Pfeilerzellen, durch reiche Borstenbildung, durch Fensterthallus und Verengung der Fenster.

Einen anderen Typus von Fensterthallus-Bildung lernen wir bei der Marchantiaceen-Gattung *Exormotheca* kennen, von der ich *E. pustulosa* und *E. Welwitschii* untersuchen konnte.

Die letzte Art lag mir aus Algier vor. Sie macht den Eindruck einer typischen Wüstenpflanze; denn wie diese hebt sie sich durch ihre weißlichgelbe Farbe von dem Sandboden, auf dem sie wächst und in welchem der Thallus zur Hälfte eingebettet ist, kaum ab. Die Anpassung an die Unterlage geht aber noch weiter, denn die Thallusoberseite ist grob warzig, durch kegelförmige Auftreibungen der Epidermis und gleicht darum ganz den Quarzkörnern des Bodens. Ein Querschnitt durch den Thallus, wie er in Abb. 5 abgebildet ist, läßt uns am einfachsten die Einrichtungen gegen zu starke Insolation bei dieser Art erkennen.

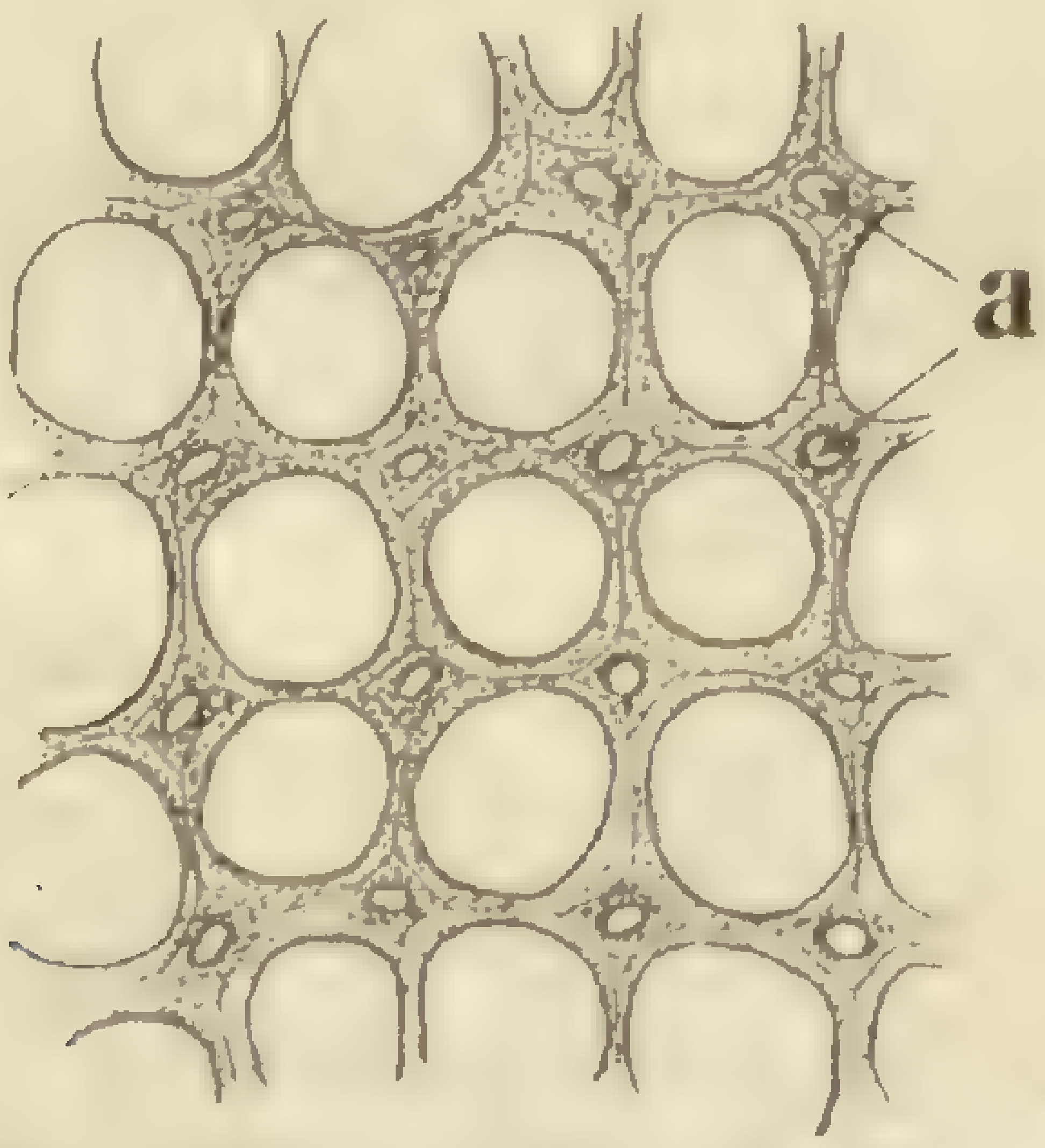


Abb. 4. *Riccia Sommieri.* Die zwei oberen Zellschichten des Thallus abgehoben und von unten gesehen. Bei a die Mündungen der Luftkanäle in Form kleiner Löcher. Verg. 250/1.

Das Grundgewebe liegt vollkommen im Boden, es ist dicht mit Reservestoffen in Form von Ölkugeln angefüllt. Darüber befindet sich das niedere, aus Zellsprossungen bestehende Assimilationsgewebe, und über diesem erheben sich mächtige, zwei Drittel der Thallusdicke einnehmende, zylindrische Luftkammern, gebildet aus langgestreckten chlorophyllfreien Zellen mit schwach gelblichen Wänden. Oben ist jede Kammer verjüngt und mündet in eine ovale Atemöffnung.

Das auf den Thallus fallende Licht wird also zunächst von den gelblichen Wänden der Luftkammern teilweise absorbiert, dann teilweise durch den wasserhellen Inhalt der Wandzellen gebrochen und in diffuses Licht umgewandelt und schließlich beim Übergang von diesen Zellen in die luftgefüllten, zylindrischen Hohlräume teilweise total reflektiert. Auf den Boden der Luftkammern, wo sich die chlorophyllhaltigen Zellen befinden, wird also nur abgeschwächtes Licht gelangen können.

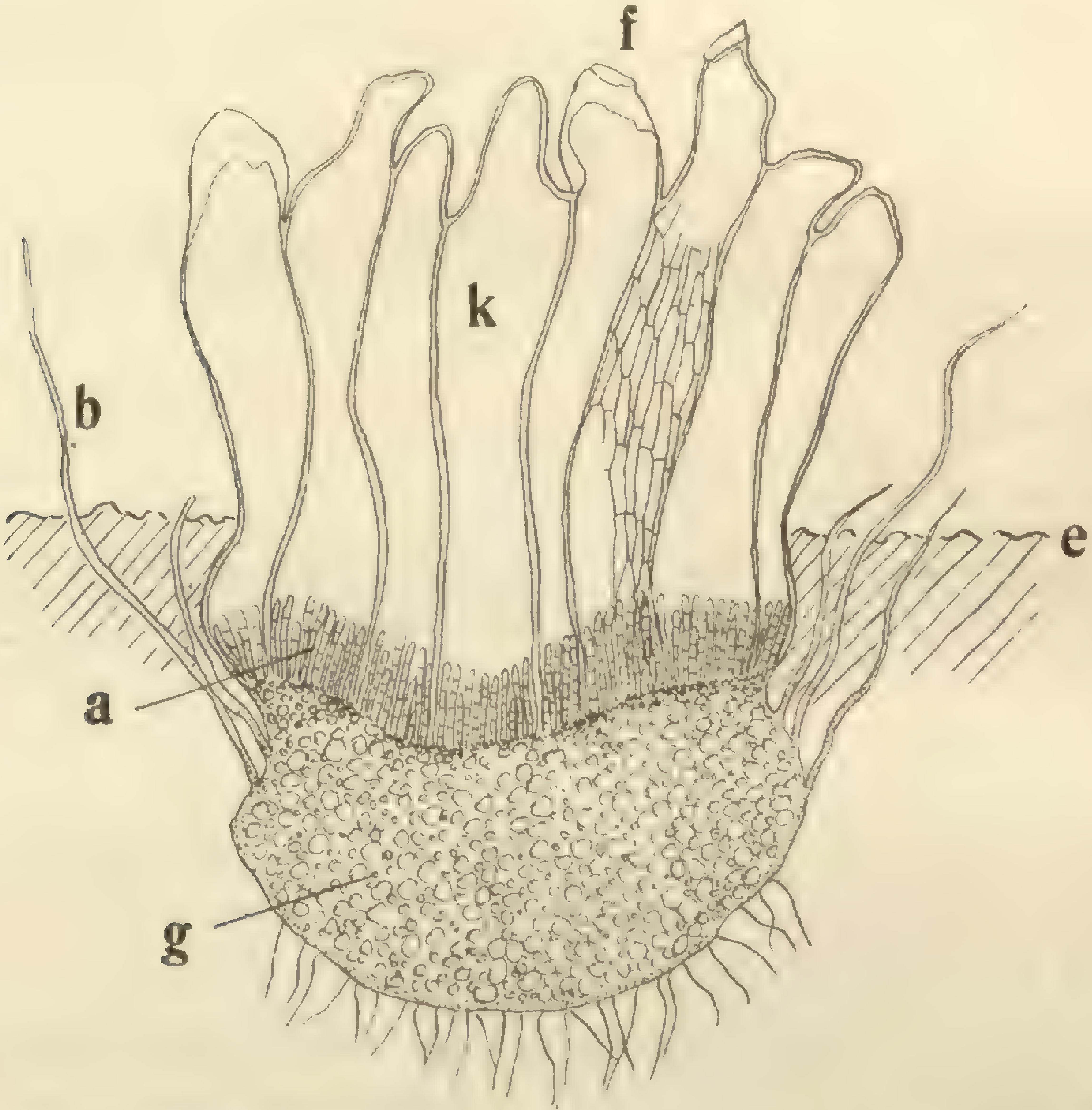


Abb. 5. *Exormotheca Welwitschii.* Thallusquerschnitt; e zeigt an, wie tief der Thallus in den Erdboden eingesenkt ist; g = Grundgewebe, reich an Ölkugeln; a = Assimilationsfäden; k = Luftkammern mit den Atemöffnungen bei f; b = Bauchschuppen. Verg. 45/1.

An den empfindlichen Thallusenden erhöht sich die Lichtbrechung noch durch weiße, vom Rande über die Thallusoberseite unregelmäßig herübergebogene Bauchschuppen. Außer dem durch die Epidermiswand durchgehenden Licht können aber auch Lichtstrahlen direkt in das Innere der Lufträume gelangen durch die erwähnten Atemöffnungen am Scheitel der konischen Auftreibungen der Epidermis. Sie sind verhältnismäßig groß, 70 × 100 bis 80 × 140 μ weit, und besitzen keine Einrichtung, um sich bei starker Insolation schließen zu können. Man kann sie biologisch ebenfalls als Lichtfenster auffassen. Durch sie gelangen jederzeit Lichtstrahlen direkt in die Lufthöhlen, sie werden aber durch Reflexion an den

Wänden der hohen Kammern ebenfalls nur in diffusem Zustande das Assimilationsgewebe erreichen.

Wir haben gesehen, daß bei Marchantien, die an äußerst lichtarmen Stellen wachsen, eine Rückbildung der Atemhöhlen bis zum völligen Verschwinden eintreten kann. Es steht nichts im Wege, umgekehrt in der Luftkammerbildung eine Anpassung an stärkere Insolation zu erblicken. Denn bei der Ausbildung von Luftkammern wird das aus dem Boden der Kammern sprossende Assimilationsgewebe von der direkten Beleuchtung einmal durch die Epidermis und dann durch die umgebende Luftschicht getrennt.

Es gibt alle möglichen Übergänge zwischen nahezu vollkommener Verkümmerung der Luftkammern mit Verlegung der Chloroplasten in die Epidermis und zwischen Ausbildung deutlicher Kammern. In diesem Falle kommt dann, je nach dem Standort, das Chlorophyll in der epidermalen Zellschicht entweder noch vor oder es fehlt darin vollständig. Diese Umwandlungen gehen mit der schwächeren oder stärkeren Beleuchtung der Standorte so sehr parallel, daß wir zu der gemachten Annahme über die biologische Bedeutung der Luftkammern berechtigt sind,

Die ausgesprochenste Anpassung des Marchantiaceen-Luftkammergewebes an Insolation bieten von den angeführten Beispielen die Riccien und *Exormotheca Welwitschii*. Ich zweifle aber nicht, daß wir, sobald diesen Dingen mehr Achtsamkeit geschenkt wird, noch eine ganze Reihe biologisch interessanter Einrichtungen zur Abschwächung zu starker Lichtmengen kennen lernen werden.

Augustenberg, Februar 1916.

Literatur.

Kaalaas, B. Levermosernes udbredelse i Norge. Nyt. Magaz. f. Naturvidensk. Bd. 33. I (1893).

Lämmermayr, L. Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen. Denkschr. K. Akademie der Wissenschaften math. naturw. Klasse. Bd. 87, S. 325—364. Wien. (1912).

Marloth, R. Die Schutzmittel der Pflanzen gegen übermäßige Insolation. Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 27, S. 362 (1909).

Maybrook, Note on Biology of *Fegatella conica*. New Phytologist. Bd. 13. S. 248 (1914).

Müller, K. Die Lebermoose in Rabenhorst's Kryptogamenflora. Bd. VI. I. Teil. Leipzig 1906—1911.

Stahl, E. Zur Biologie des Chlorophylls etc. Jena 1909.

Sitzung vom 31. März 1916.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Der Vorsitzende begrüßt unseren in der Sitzung anwesenden Präsidenten Herrn REINKE und macht Mitteilung von dem am 21. November 1915 erfolgten Ableben unseres Mitgliedes, Herrn Dr.

J. Klein,

Professor der Botanik an der kgl. ungar. Technischen Universität in Budapest.

Die Anwesenden erheben sich, um das Andenken an den Verstorbenen zu ehren, von ihren Plätzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Linsbauer, Dr. **L.,** Professor d. Botanik und Pflanzenpathologie an der höheren Lehranstalt für Wein- und Obstbau in **Klosterneuburg** b. Wien (durch H. MOLISCH und K. LINSBAUER) und

Hamorak, Dr. **Nestor** in **Wien VII,** Lerchenfelderstr. 19/9 (durch H. MOLISCH und K. LINSBAUER).

Herr DUYSEN zeigte am Schlusse der Sitzung einige Kulturen von *Merulius sclerotiorum* vor. Dieser von FALCK im 6. Hefte der „Hausschwammforschungen“ angeführte Pilz ist der einzige der Hausschwammpilze, der Sclerotien bildet. FALCK gibt Unterscheidungsmerkmale und Abbildungen des Pilzes an.

MÖBIUS hat (diese „Berichte“ 1913 S. 147 ff.) den anatomischen Bau der Sclerotien untersucht. MÖBIUS hat nur alte Sclerotien zur Verfügung gehabt. In diesen alten Sclerotien ist im Zentrum eine Höhlung.

In jungen Stadien hat DUYSEN diese Höhlung nicht gefunden. Erst mit der Rindenbildung tritt eine Schrumpfung des Inhalts ein, der sich vom Zentrum aus nach der anfangs hellgelben, glasigen, später dunkelbraun-schwarzen Umrandung kontrahiert. In den vorgezeigten Kulturen waren alle Stufen der Sclerotienentwicklung schön zu beobachten.

Nach einer Mitteilung FALCKs an MÖBIUS keimen die Sclerotien vegetativ aus. Es ist DUYSEN noch nicht gelungen, die Sclerotien zur Keimung zu bringen, doch sollen die Versuche fortgesetzt werden.

Mitteilungen.

13. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze.

Nr. 4: Über organische Kalkkugeln und über Kieselkörper bei *Capparis*.

(Mit Tafel I.)

(Eingegangen am 3. März 1916.)

A. Die Inhaltskörper im Blattstiel von *Capparis callosa*.

Bei der Betrachtung von Querschnitten durch den Blattstiel von *Capparis callosa* fielen mir zwei verschiedene, höchst eigentümliche Körper auf, die ich, weil sie bisher entweder nicht gesehen oder nicht genauer beschrieben oder verkannt wurden, eingehender schildern will.

Der Blattstiel hat eine Länge von $1^1/_2 - 2$ cm. Der Querschnitt besteht aus einem ziemlich stark entwickelten Gefäßbündelzylinder, der an seinem Umfang halbmondförmige, deutliche Belege von Bastzellen aufweist. Daran grenzt ein vielschichtiges, von Steinzellen durchsetztes Rindenparenchym, das schließlich von einer dickwandigen Epidermis umsäumt wird.

Die organischen Kalkkugeln.

Fast in jeder Parenchymzelle des Blattstieles — abgesehen von den subepidermal gelegenen und den die Bastbelege umsäumenden Zellen, die Kieselkörper enthalten — liegt meist je ein, gewöhnlich kugeliger, farbloser, stark lichtbrechender Inhaltskörper. Abb. 1. Selten finden sich 2—3 Kugeln in einer Zelle vor. Der Durchmesser der Kugel schwankt zwischen 8—40 μ. Anstatt der Kugeln können auch knollige oder schlackenförmige Formen mit rauher und höckeriger Oberfläche auftreten. Abb. 2. Die Kugeln zeigen, auf die Mitte eingestellt, häufig einen in rötlicher Interferenzfarbe erscheinenden Fleck. Es sieht so aus, als ob der Körper im Innern unregelmäßig korrodiert wäre. Abb. 1. Vielleicht handelt es sich um zentrale Höhlen oder um eine spezifische Substanz. In Glyzerin erscheint der Fleck oft schwarz infolge eingedrungener Luft.

Wasser. Bei längerem Liegen im Wasser beginnen sich die Kugeln großenteils von außen nach innen zu lösen, wobei sie ihren Umriß beibehalten und gleichzeitig eine mehr oder minder deutliche, oft herrliche Schichtung aufweisen. Schließlich wird die stark lichtbrechende Masse ganz oder fast ganz aufgelöst und es bleibt dann eine matt erscheinende, geschichtete Kugel übrig, die einem geschichteten Stärkekorn ähnlich sieht. Ausgezeichnete Schichtung lassen die Kugeln oft sofort erkennen, wenn man sie in Phenol einbettet. Abb. 3.

Nach längerer Zeit (1—2 Tagen) verschwinden im Wasser auch die inneren Schichten, es bleiben nur 1—2 äußere übrig, die sich dann wie die Umgrenzungshaut der ursprünglichen Kugel ausnehmen. Schließlich können auch diese letzten Schichten verschwinden. Die Löslichkeit im Wasser vollzieht sich verschieden rasch: einzelne Kugeln lösen sich schon nach einer Stunde, andere erst nach Tagen. Es hängt dies unter anderem mit dem mehr oder minder raschen Eintritt des Wassers in die Zelle zusammen, denn die am Rande des Schnittes zumeist in verletzten Zellen befindlichen Inhaltskörper lösen sich immer zuerst.

Glyzerin löst, wenn rein angewendet, die Kugeln nicht oder höchstens im Innern teilweise, ruft aber eine eigentümliche Änderung hervor, indem der zentrale Teil ein feinkörniges Aussehen und eine schmutzigbräunliche Färbung annimmt.

Äther läßt die Kugeln gleichfalls ungelöst.

Schwefelsäure. In einer verd. Lösung (2 Vol. Wasser und 1 Vol. Schwefelsäure) büßen die Kugeln ihre starke Lichtbrechung ein, zeigen oft eine schöne Schichtung und verwandeln sich nach und nach in einen Haufen von Gipskristallen.

Salzsäure (4 Vol. Wasser und 1 Vol. konz. Salzsäure) löst die Kugeln sofort, desgleichen Salpetersäure.

Essigsäure löst langsam.

Oxalsäure. Höchst auffallend ist das Verhalten der Inhaltskörper gegenüber dieser Säure. Wenn man einen Schnitt in eine 5proz. Lösung bringt, so nehmen die Kugeln eine schmutzige Färbung an, werden trübe, lösen sich und gleichzeitig entsteht um die Kugel eine granulierte, geschlossene, höckerige Haut, die wie eine TRAUBEsche Zelle wächst. Innerhalb einer oder weniger Minuten hat sich ein Sack mit rauher Oberfläche oder unregelmäßigen Protuberanzen gebildet, der die Zelle großenteils oder ganz ausfüllt, ja, wenn die Zelle aufgeschnitten war, sogar aus ihr hervorwachsen kann. Abb: 4. In der Zelle können gleichzeitig zahlreiche Kristalle oder Kristallsand, wahrscheinlich von oxalsaurem Kalk, entstehen.

Ähnliche sackartige Gebilde habe ich seinerzeit beobachtet¹),

---

1) MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 49 und 67.

wofern ich Zystolithen mit 5proz. Oxalsäurelösung behandelte. Es entstehen dann „auf der Oberfläche verschieden gestaltete Protuberanzen in Form von Kugeln, Säcken oder anderen Formen, die einige Zeit wachsen und lebhaft an die Bildung von TRAUBEschen Zellen erinnern“. Da Konkretionen von kohlensaurem Kalk auf *Chara* und anderen Wasserpflanzen, da ferner Kreide und Marmor auch solche wachsende Häute geben, so dürfte es sich in allen diesen Fällen um Niederschlagsmembranen handeln, die der Hauptsache nach aus oxalsaurem Kalk bestehen.

Kalilauge (10 proz.) löst die Körper rasch unter Zurücklassung einer scharf begrenzten Haut, die den Umriß des ursprünglichen Körpers deutlich wiedergibt. Läßt man das Präparat in der feuchten Kammer liegen, so bilden sich nach einem Tage in und auf dem zugehörigen Parenchym hunderte kleiner Warzen einer Verbindung, die wahrscheinlich durch die Einwirkung des Alkali auf die Kugeln entstanden sein dürften.

Ammoniak, konzentriert angewendet, löst die Körper langsam; dabei bleiben gewöhnlich eine Umgrenzungshaut oder mehrere Schichten von solchen zurück.

Werden Schnitte am Platinblech erhitzt, so schwärzt sich der Schnitt samt den Kugeln; bei stärkerem Erhitzen bis zum Glühen verlieren sie unter starker Volumvermehrung ihre schwärzliche Färbung und erscheinen im auffallenden Lichte schneeweiß. Das Aufblähen während des Erhitzens ist für den Inhaltskörper sehr charakteristisch. Die geglühten Kugeln lösen sich in Essigsäure oder Salzsäure unter Aufbrausen und in verd. Schwefelsäure unter gleichzeitiger, reichlicher Bildung von Gipskristallen. Daraus und aus den sonstigen erwähnten Beobachtungen geht hervor, daß es sich um eine organische Kalkverbindung handelt. Oxalsaurer Kalk kann es nach dem Gesagten sicherlich nicht sein, denn dagegen sprechen die gefundenen Löslichkeitsverhältnisse.

Welche organische Säure hier den Kalk bindet, ist bei unseren noch sehr mangelhaften mikrochemischen Beweismitteln für die meisten organischen Säuren schwer zu sagen. Der Umstand, daß die Kugeln sich beim Erhitzen blähen, spricht für Apfelsäure. Allein die Tatsache, daß sich die intakten Kugeln sowohl in gesättigter saurer als auch neutraler apfelsaurer Kalklösung lösen, spricht gegen die Anwesenheit dieser Salze. Es wäre aber doch möglich, daß Apfelsäure vorliegt, denn sie könnte ja als Doppelsalz vorliegen, vielleicht gebunden an Kalk und Magnesia. Da wir kein lokalwirkendes mikrochemisches Reagens auf Mg besitzen, konnte ich leider diese Frage nicht entscheiden.

Die Kieselkörper.

Neben den eben beschriebenen Kalkkugeln kommen noch andere, bisher bei *Capparis* ganz übersehene Inhaltskörper vor: Kieselkörper.

Der Querschnitt des Blattstieles (Abb. 5) zeigt einen zentralen Gefäßbündelkomplex, der an der Peripherie von halbmondförmigen Bastzellgruppen (b) abgeschlossen wird. Um diese herum liegt eine schmale Zone von parenchymatischen Zellen, die im Inhalte einen rundlichen, rauh höckerigen Kieselkörper (s) enthalten. Auch in den Epidermiszellen (e) und den knapp darunterliegenden 2—3 subepidermalen Parenchymlagen kommen sie vor. Ferner in den schmalen Markstrahlen und in einer gegen die Oberseite des Blattstiels gewendeten Zone des Markes. Am deutlichsten und größten ausgebildet erscheinen sie in der das Gefäßbündel umrahmenden Parenchymzone. Abb. 6.

Schreitet man also auf dem Querschnitt von außen nach innen vor, so begegnet man in der Epidermis und in einer sehr schmalen subepidermalen Parenchymzone den Kieselkörpern (s), dann folgt die breite Parenchymschicht mit den Kalkkugeln (k), darauf eine die Bastbelege umschließende Schicht mit Kieselkörpern (s). Daran schließt sich der Holzkörper und von diesem umrahmt das Mark, von dem ein Teil auch Kieselkörper führt.

Die Kieselkörper bleiben in Mineralsäuren und in organischen Säuren ungelöst. Hingegen lösen sie sich in Flußsäure. In Phenol zeigen sie den für Kieselsäure ungemein charakteristischen rötlichen Glanz.

Beim Glühen auf dem Platinblech bleiben sie schwarz oder bräunlich. Während die Kalkkugeln der Asche im auffallenden Lichte weiß wie Schnee sind, erscheinen die Kieselkörper kohlig. Es liegt also nicht reine Kieselsäure, sondern noch eine organische Substanz vor. Der Hauptmasse nach bestehen sie aber sicher aus Kieselsäure.

B. Die Inhaltskörper in der Blattspreite und im Stengel von *Capparis callosa.*

Die beiden Inhaltskörper, die wir für den Blattstiel festgestellt haben, finden sich auch in der Blattlamina. Am Querschnitt erkennt man, daß die Kalkkugeln in den Parenchymzellen des Mesophylls auftreten, oft so häufig, daß der Schnitt dicht davon erfüllt erscheint.

Die Kieselkörper hingegen liegen in den Parenchymzellen, die die Gefäßbündel, insbesondere die Bastzellen, umrahmen. Diese sind damit förmlich übersäet, in ähnlicher Weise wie die Gefäßbündel bei Palmen, Orchideen und Marantaceen von den Deckzellen (Stegmata) bedeckt werden.

Die Kalkkugeln habe ich in der Blattspreite seltener mit höckeriger Oberfläche gefunden als im Blattstiel, sie sind im Mesophyll meist kreisrund. Auch war die Schichtung der Kugeln der Blattspreite nicht so deutlich wie im Blattstiel.

Der Stengel — ich untersuchte nur einjährige — zeigt gleichfalls die Kieselkörper in einzelnen Epidermiszellen, in einer schmalen subepidermalen Schicht, in den Markstrahlen und in dem die Bastbelege umschließenden Parenchym. Die Kalkkugeln sind im Rindenparenchym sehr spärlich und gewöhnlich sehr klein.

Verascht man ein Blattspreitenstück am Platinblech, so bleibt die Form des Blattes ziemlich erhalten. Unterm Mikroskop geben sich die Kieselkörper durch ihre schwarze oder schwärzliche Farbe sofort zu erkennen und zeigen hierdurch den Verlauf des ursprünglich vorhandenen Adernetzes in der Asche an. Dazwischen liegen die weißen Kalkkugeln. Bei Zusatz von Salzsäure zur Asche lösen sich die Kalkkugeln und andere Karbonate unter Aufbrausen auf, die Kieselkörper aber bleiben unversehrt zu Tausenden zurück.

* * *

Alle bisherigen Angaben bezogen sich auf *Capparis callosa*. Ich hatte Gelegenheit, noch zwei andere *Capparis*-Arten zu untersuchen: *Capparis javanica* und *C. cynophallophora*. Während *C. javanica* sich im großen und ganzen so wie *C. callosa* verhält, war hingegen bei *C. cynophallophora* von den beschriebenen Kalkkugeln und Kieselkörpern nichts zu sehen.

Historisches. Die Kieselkörper bei *Capparis* wurden bisher meines Wissens nirgends in der Literatur erwähnt. So findet sich in der Monographie von KOHL[1]) keine Angabe darüber.

Ob die von mir beschriebenen Kalkkugeln schon gesehen wurden, erscheint mir zweifelhaft. Wir verdanken RADLKOFER sehr genaue Untersuchungen über die Anatomie verschiedener *Capparis*-Arten, über die auch mikrochemische Befunde mitgeteilt werden. So sagt er[2]) von *Capparis flexuosa*: „Die Gefäßbündel sind umscheidet von einer Schicht annähernd kubischer Zellen, in welchen sich, umgeben von Plasma, eine kugelige, glänzende, feste Masse befindet“. Die Beschreibung, die der genannte Autor von diesem Inhaltskörper entwirft, paßt so ziemlich auf meine organischen Kalkkugeln. RADLKOFER hält sie für ein pflanzensaures Doppelsalz von Kalk- und Talkerde. Ob er wirklich meine Kalkkugeln vor sich gehabt hat, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, da er keine Abbildungen seiner Beschreibung beifügt und da ich mir die von ihm untersuchte Spezies nicht verschaffen konnte. Immerhin würde ich ein gewisses Bedenken tragen, ihnen auf Grund der von RADLKOFER beschriebenen Reaktionen bestimmt Magnesium zuzuschreiben, da ja die Magnesiumprobe mit Phosphorsalz weit davon entfernt ist, eine lokale zu sein. Nach RADLKOFER treten ähnliche Inhaltskörper auch bei anderen Arten der Sektion Monostichocalyx, bei *Capparis rupestris* Siebth. und Sm. und bei *C. subcordata* Spanog. auf.

---

[1]) KOHL, F. G., Anatom.-physiolog. Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure i. d. Pflanze. Marburg 1889.

[2]) RADLKOFER, L, Über einige *Capparis*-Arten. Sitzber. d. m. nat. Kl. d. bayr. Akad. d. Wissensch. in München. XIV. Bd., Jg. 1884, p. 117.

Überdies fand RADLKOFER bei bestimmten *Capparis*-Arten auch Gipskristalle und Gipskugeln[1]) und sein Schüler BLENK[2]) gibt das Vorkommen von Gipskristallanhäufungen bei *Tylachium Cladostemon* an. Diese Gipsvorkommnisse, die ich nicht gesehen habe, haben aber mit den von mir beschriebenen Inhaltskörpern nichts zu tun und dürfen damit nicht verwechselt werden.

* * *

Schießlich sei erwähnt, daß die äußerste Rindenschicht von *Capparis verrucosa* Jacq. — ich untersuchte einen etwa 15jährigen Stamm — mit kohlensaurem Kalk so hochgradig inkrustiert ist, daß die äußerste Rinde an der Oberfläche weißgrau erscheint und Stückchen davon in Salzsäure geworfen wie Kreide aufbrausen. Die mit Steinzellen abwechselnden Peridermzellen enthalten den kohlensauren Kalk. Ähnliche Ablagerungen von Kalziumkarbonat im Zellinneren wurden von mir[3]) für altes Mark, für Wund- und Kernholz mehrerer Gehölze schon vor längerer Zeit bekannt gemacht, für die Rinde holziger Pflanzen ist aber eine solche Ausfüllung von Zellen bisher nicht festgestellt worden, die Rinde von *Capparis verrucosa* stellt somit den ersten bekannten Fall dieser Art dar.

---

1) RADLKOFER, L., l. c. p. 139. Vergl. ferner l. c. Jg. 1887, Bd. XVII, p. 385, p. 394—397 u. p. 400.

Siehe auch SOLEREDER, H., System. Anatomie d. Dikotyledonen. Stuttgart 1899, p. 82—83.

2) BLENK, P., Über die durchsichtigen Punkte i. d. Blättern. Flora 1884, p. 103—104.

3) MOLISCH, H., Über die Ablagerung von kohlensaurem Kalk im Stamme dikotyler Holzgewächse. Sitzber. d. Kais. Akad. d. Wiss. i. Wien. Bd. 84. Jg. 1881, p. 7.

Erklärung der Tafel I.

Alle Abbildungen beziehen sich auf *Capparis callosa*.

Abb. 1. Kalkkugeln k im Rindenparenchym des Blattstiels. Vgr. 490.

Abb. 2. Einzelne Kalkkugeln aus dem Blattstiel in ihrer verschiedenen Gestalt. Vgr. 330.

Abb. 3. Schichtung der Kalkkugeln in Phenol. Vgr. 330.

Abb. 4. Kalkkugeln, mit 5prozentiger Oxalsäurelösung behandelt, lösen sich und wachsen nach Art einer TRAUBEschen Zelle zu einem höckerigen Sack heran. Vgr. 330.

Abb. 5. Stück eines Querschnittes des Blattstiels. In der Epidermis e und knapp darunter in 2—3 Zellagen finden sich Kieselkörper s. Darauf folgt vielschichtiges Rindenparenchym mit Kalkkugeln k. Diesem reiht sich ein die Bastbelege b umschließendes Parenchym an, dessen Zellen wieder Kieselkörper s enthalten. Vgr. 42.

Abb. 6. Bastbeleg b mit dem angrenzenden Rindenparenchym im Querschnitt des Blattstiels. Die Parenchymzellen enthalten je einen runden Kieselkörper s. Vgr. 330.

14. M. Fünfstück u. R. Braun: Zur Mikrochemie der Droseraceen.

(Eingegangen am 4. März 1916.)

Bei einer Untersuchung über die physiologische Bedeutung des Kalziums für die Blütenpflanzen beobachtete Herr cand. rer. nat. EICHHORN, der sich mit dieser Frage in unserem Institut beschäftigt, in einem seiner Untersuchungsobjekte, und zwar in den Wurzeln und Blattstielen von *Drosera binata* zahlreiche Kristallnadeln von raphidenähnlichem Aussehen.

In der Annahme, daß es sich um Raphiden von Kalziumoxalat handeln könnte, nahm er eine diesbezügliche mikrochemische Prüfung vor, welche aber einen für diesen Körper negativen Befund ergab. In der Literatur sind allerdings Angaben vorhanden, wonach der oxalsaure Kalk auch bei Droseraceen vorkäme. So sagt z. B. SOLEREDER in seinem Werke (14) im Abschnitt Droseraceae: „oxalsaurer Kalk kommt vor; über die Formen desselben fehlen nähere Angaben“. Es sei vorläufig bemerkt, daß wir bei unseren allerdings nahe am Ende der Vegetationsperiode der *Drosera binata* an Gewächshaus-Exemplaren angestellten Untersuchungen (November 1915) dieses im Pflanzenreich weitverbreitete Kalziumsalz in Wurzeln, Blättern und Blattstielen genannter Pflanze bis jetzt nicht aufgefunden haben. Ob nun Kalziumoxalat in *Drosera binata* und auch bei einheimischen *Drosera*-Arten vorkommt oder fehlt, werden weitere Untersuchungen in dieser Richtung, die EICHHORN vornehmen wird, lehren. EICHHORN wird dann später über seine Untersuchungsergebnisse berichten.

In betreff der chemischen Natur des erwähnten Körpers in *Drosera binata* glaubten wir weiter durch eine in letzter Zeit erschienene Publikation von MOLISCH (11) Aufschluß zu erhalten. MOLISCH fand ebenfalls in einer anderen Droseracee, in *Dionaea muscipula*, einen Inhaltsstoff, der unter dem Einfluß verschiedener Agentien leicht auskristallisiert; die der Arbeit beigefügten Bilder, insbesondere das, welches die Gerbstoffkristalle zur Darstellung bringt, hat große Ähnlichkeit mit den von uns in *Drosera* gefundenen Nadeln. Die Angaben von MOLISCH können wir auf Grund unserer Nachprüfung seiner Befunde an *Dionaea muscipula* in jeder Hinsicht bestätigen; doch vermochten wir an *Drosera binata* bzw. mit den hier vorkommenden, schon im Wasserpräparat (ohne jede Vorbehandlung) direkt auftretenden Kristallnadeln unter Verwendung der von MOLISCH angegebenen Reaktionsmittel nicht dasselbe Ergebnis zu erzielen. Demnach mußte in unserem Fall die Sache anders liegen. — An dieser Stelle dürfen wir nicht versäumen, dem Direktor des Kgl. Botanischen Gartens zu Dahlem, Herrn Geh. Oberregierungsrat Professor Dr. ENGLER für die liebenswürdige Übersendung von Untersuchungsmaterial unseren verbindlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen. Der von uns in *Drosera binata* beobachtete leicht kristallisierende Inhaltsstoff gibt sich in folgender Weise zu erkennen und zwar in seinem Vorkommen in den Wurzeln und Blattstielen dieser Pflanze. Bei der Herstellung mikroskopischer Querschnitte läßt sich wahrnehmen, daß die zunächst farblose Querschnittsfläche schon nach kurzer Zeit einen gelblichen bis bräunlichen Farbenton annimmt. Die in destilliertes Wasser verbrachten Schnitte findet man bei sofortiger mikroskopischer Durchmusterung auf ihrer Oberfläche in größerer und kleinerer Anzahl mit feinen gelbgefärbten Kristallnadeln von wechselnder Länge überstreut. In den intakten Zellen konnten wir sie nicht auffinden. Es muß aber zugleich bemerkt werden, daß wir nicht selten in anderen Schnitt-Serien, besonders beim Wechsel von Blattstiel zu Blattstiel, weniger häufig beim Wechsel des Wurzelmaterials, die Kristallnadeln nicht sofort beobachten konnten, ja daß sie manchmal überhaupt zu fehlen schienen. Dieses eigenartige Auftreten bei an vollständig gleichen Exemplaren und immer zu gleicher Zeit (November 1915) verarbeitetem Material erschwerte es anfänglich, den Inhaltsstoff in seiner kristallinischen Form stets zur Verfügung zu haben. Es war sogar die Vermutung berechtigt, er sei überhaupt nicht in allen Exemplaren unseres Materials zugegen. Doch fand sich bald die Erklärung. Trockneten die mit Deckglas bedeckten Wasserpräparate langsam ein, ohne gerade zu vertrocknen, oder wurden Schnitte in kleine Wassertropfen verbracht und bei Zimmertemperatur der langsamen Verdampfung überlassen, so waren nach kurzer Zeit fast stets die Nadeln im ganzen Präparat zu finden. Wir nahmen in Fällen, wo uns selbst diese Behandlungsweise im Stiche ließ, noch ein anderes Verfahren zu Hilfe: frische Schnitte führten wir mit einer Nadel ohne jeden Wasserzusatz auf dem Objektträger hin und her, überall wo der Schnitt seine Spuren hinterließ, konnten gelbe Kristallnädelchen wahrgenommen werden.

Die Erscheinung klärte sich folgendermaßen auf: die in gewissen Zellen resp. im Zellsaft oder Plasma vorhandene leicht kristallisierende Substanz war in den einen Fällen, wo nach Herstellung der Präparate sofort die Kristallisation eintrat resp. bei der Herstellung der Schnitte schon eingetreten war, in sehr gesättigter Lösung vorhanden, in den anderen mußte erst eine gewisse Konzentration des ausgetretenen Zellinhaltes erreicht werden, ehe eine Kristallisation überhaupt eintreten konnte. Nun war es begreiflich, warum das Auftreten des fraglichen Körpers in Kristallform ein so wechselvolles ist, unter Umständen sogar ganz unterblieben war.

Nach dieser Klarstellung war es ein leichtes, die von MOLISCH in seiner Arbeit erwähnten Reaktionsmittel, die den Nachweis eines leicht kristallisierenden gerbstoffartigen Körpers in *Dionaea muscipula* als Resultat erbrachten, auch auf unser Objekt anzuwenden. Wie schon erwähnt, erhielten wir ein völlig negatives Resultat: der von uns in *Drosera binata* beobachtete Körper ist mit dem von MOLISCH in *Dionaea muscipula* aufgefundenen sicher nicht identisch, obwohl er sich in seiner äußeren Erscheinung von jenem gerbstoffartigen Körper nicht unterscheiden läßt.

Die Frage war nun, mit welchem Körper man es hier in *Drosera binata* zu tun habe. Bei der Durchsicht der Literatur waren es zunächst die umfassenden Werke von CZAPEK (4) und WEHMER (17) die uns Hinweise gaben, die dann zur Ermittlung des fraglichen Körpers führten.

Schon im Jahre 1887 wies RENNIE (12) in den Knollen von *Drosera Whittakerii* zwei Farbstoffe nach, deren Isolierung einen roten Farbstoff und ein gelbes Pigment zum Ergebnis hatte. Diese Farbstoffe sollen Hydroxylderivate eines Methylnaphthochinons sein, demnach zu den Naphthalinderivaten gehören (RENNIE 13). Da in die Gruppe der Chinone auch das bis jetzt vorherrschend nur bei den Juglandaceen beobachtete Juglon gehört, so richteten wir unsere Aufmerksamkeit auf diesen Körper. Die bekannten Handbücher von MOLISCH (10) und von TUNMANN (16, p. 219) waren uns hier eine wertvolle Mithilfe.

TUNMANN selbst (15) hat in einer Arbeit über Juglone in *Juglans regia* interessante Angaben gemacht. Weiter waren es BRISSEMORET ET COMBES (1), welche über das Juglon in den Juglandaceen Studien machten. Noch wichtiger für uns war eine weitere Publikation derselben Forscher (2). Leider stand uns die Originalarbeit nicht zur Verfügung und fußen unsere Angaben auf einem Referat. BRISSEMORET ET COMBES verwandten Nickelacetat zur Unterscheidung der Oxychinone, wobei bei Anwesenheit eines Oxybenzo- eine Blaufärbung, bei Oxynaphtho- eine Violettfärbung und bei Anwesenheit eines Oxyanthra-Chinons eine rosarote Färbung unter entsprechender Anwendung dieses Reagenzes eintrete. Dabei wird in dem Referat ein Chinon, und zwar ein Oxynaphthochinon, das in *Drosera intermedia* und *Drosera rotundifolia* vorkäme, genannt. Es ist uns aber nicht möglich mitzuteilen, ob BRISSEMORET ET COMBES diese beiden Pflanzen in toto oder bestimmte Organe derselben verarbeitet haben.

Wir versuchten nun zunächst auf Grund der Angaben der bisher genannten Autoren, vor allem jener von TUNMANN und BRISSEMORET ET COMBES unseren in *Drosera binata* vorkommenden leicht kristallisierenden Inhaltsstoff mit verschiedenen Reaktionsmitteln auf Juglon zu prüfen.

Zunächst sollen kurz die Reaktionen erwähnt werden, wie wir sie an den in Wasserpräparaten beobachteten Kristallnadeln erhielten. Je nach Erfordernis des Einzelfalles entfernten wir auch vor der Einwirkung des Reagenzes vollständig das Wasser.

Ammoniak: (ca. 10 pCt. wässerige Lösung) Lösung der Nadeln unter Rotviolett-Färbung.

Ammoniak: (in Dampfform) Purpurrote Färbung der Kristallnadeln (Reaktion von HERRMANN 8).

Kalilauge: (verdünnte wässerige Lösung) die Kristalle lösen sich unter Rotfärbung.

Kalilauge: (sehr konzentriert) kaum merkbare Löslichkeit, die Nadeln erscheinen bei durchfallendem Licht fast schwarz.

Schwefelsäure: (konzentriert) Lösung der Kristalle bei tiefroter Färbung.

Nickelacetat: (5 pCt. wässerige Lösung) es erfolgt Lösung unter rotvioletter Färbung.

Kupferacetat: (10 pCt. wässerige Lösung) die Kristallnadeln färben sich sofort kupferrot, ohne sich, selbst bei längerer Einwirkung, weder zu lösen, noch sonst zu verändern.

Alkohol (96 pCt.) löst die Nadeln sofort, wobei eine gelbe Lösung entsteht. Alkohol konnte als rasches Lösungsmittel (Extraktionsmittel) für Wurzeln und Blattstiele benutzt werden. Selbst bei sehr wenigen (2—3) mikroskopischen Querschnitten konnte soviel von der Substanz extrahiert werden, welche genügte, um nach Verdunstung des Alkohols die gelben Nadeln in großer Menge zu erhalten.

Chloroform erwies sich ebenfalls als ein rasches Lösungsmittel. Von Wasser befreite Schnitte können rasch ausgezogen werden, und ergibt der Auszug dann gleichfalls eine gelbe Lösung, nach deren Verdunstung man entweder die einzelnen Kristallnadeln oder daneben zu Drusen vereinigte Kristallmassen zu sehen bekommt.

Schwefeläther, Petroläther und Anilin lösen die Nadeln.

Zur weiteren Prüfung bedienten wir uns noch der Mikrosublimationsmethode nach TUNMANN (16, p. 25), die hier treffliche Dienste leistete. Als Ausgangsmaterial zu diesem Zweck kamen die bei Zimmertemperatur gut getrockneten und nachher grob pulverisierten Wurzeln und Blattstiele der *Drosera* zur Verwendung. Sorgfältiges Überwachen der Erhitzung vorausgesetzt, ließen sich aus den Pulvern mit Leichtigkeit schöne Sublimat-Beläge auf den Objektträgern erhalten.

Die durch Sublimation gewonnenen Kristalle wiesen in ihrer Hauptmasse ebenfalls die Nadelform auf, lokale Abweichungen von letzterer im Einzelpräparat dürften wohl auf die Wirkung der Abkühlungstemperatur und des jeweiligen Wassergehaltes der Pulver zurückzuführen sein. Die Färbung der durch Sublimation erhaltenen Nadeln stimmt mit der aus lebendem Material erhaltenen Nadeln überein: ein sattes Zitronengelb. Alle oben genannten Reagentien und Lösungsmittel kamen auch bei den Sublimaten in Anwendung. Das Ergebnis war ein vollständig übereinstimmendes.

In der Vermutung, auch bei anderen Droseraceen obigen Inhaltsstoff zu finden, dehnten wir unsere Versuche auf *Dionaea muscipula* und *Drosophyllum lusitanicum* aus. Um zunächst bei *Dionaea muscipula* zu bleiben, so sind hier in betreff der Menge und des

Auftretens des juglonartigen Körpers in seiner kristallinischen Form einige Bemerkungen angezeigt. In einigermaßen größerer Menge fanden sich die Nadeln an den Schnitten aus jugendlichen Wurzeln (3—5 mm Wurzellänge). Dagegen schien die Substanz, wenigstens in unserem Material, in den Blattstielen nur in minimaler Menge vorzukommen. Erst die aus frischem Material direkt ohne jeden Wasserzusatz (wie oben) behandelten Schnitte zeigten nach dem Eintrocknen an der Peripherie kleine gelbe Nädelchen. Leicht prüfbares und reichlicheres Kristallmaterial wurde jedoch durch die TUNMANNsche Mikrosublimationsmethode aus bei Zimmertemperatur getrockneten Blattstielen der *Dionaea* erhalten. Die mikrochemische Prüfung ergab, daß unser Körper auch in *Dionaea* neben dem von MOLISCH gefundenen gerbstoffartigen Körper vorkommt.

Von *Drosophyllum lusitanicum* lag uns nur Herbarium-Material vor. Wenn letzteres nach verschiedenen Angaben manchmal als Notbehelf ganz brauchbar sein kann, so dürfte es unter Umständen auch ein sehr zweifelhaftes Ausgangs-Material bilden, und sollten die mit ihm erhaltenen mikrochemischen Ergebnisse nur mit Vorbehalt wiedergegeben werden. Unsere *Drosophyllum*-Exemplare zum Beispiel wurden seinerzeit zum Schutze gegen Insektenfraß mit Quecksilberchloridlösung behandelt. Wie sich von selbst ergibt, ist ein einwandfreies mikrochemisches Arbeiten damit so gut wie ausgeschlossen. Es kommen bekanntlich auch noch andere Fälle der „Behandlung“ vor; sind Angaben darüber vorhanden, so ist allerdings bald Klarheit geschaffen.

Ein dennoch vorgenommener Versuch mit den grob pulverisierten Blättern unseres *Drosophyllum* unter Anwendung der Mikrosublimationsmethode ergab gelbgefärbte Sublimate, auch waren die Kristall-Nadeln ihrer äußeren Erscheinung nach kaum von denen bei *Drosera* und *Dionaea* unter denselben Bedingungen entstandenen verschieden, in ihrem Verhalten gegen oben genannte Reagentien weichen sie dagegen ab. Ob nun an diesem abweichenden Verhalten die Vorbehandlung des Herbar-Materials mit dem Quecksilberchlorid verantwortlich zu machen ist oder ob die Sublimationsprodukte hier überhaupt anderer chemischer Natur sind, müssen spätere Untersuchungen an lebendem Material von *Drosophyllum* entscheiden. Übrigens ist von MEYER und DEWÈWRE (9) angegeben worden, daß in den Blättern von *Drosophyllum lusitanicum* „nadelförmige Kristalle“ vorkommen. Die genannten Autoren sagen: „Das Mesophyll besteht ausschließlich aus großlückigem, chlorophyllführendem Schwammparenchym, dessen Zellen interessanter

Weise zahlreiche in Chloralhydratlösung lösliche nadelförmige Kristalle enthalten, hier und da auch einige größere Oxalatkristalle.“ Welcher Körper jedoch vorliegt ist des weiteren aus ihren Angaben nicht zu ersehen.

Sehen wir vorläufig von *Drosophyllum* ab, so kommen wir auf Grund der von uns vorgenommenen und im vorstehenden angegebenen mikrochemischen Reaktionen, denen wir zwar noch weitere in der Literatur angegebene auf das Juglon bezügliche anschlossen, welche aber für unsere Objekte entweder kein übereinstimmendes oder mindestens zweifelhaftes Resultat ergaben, zu dem Ergebnis, daß in den zur Familie der Droseraceen gehörenden Pflanzen *Drosera binata* und *Dionaea muscipula* ein Körper vorkommt, der zu den Juglonen gehören dürfte oder doch diesen nahesteht. Soviel sich bis jetzt sagen läßt, tritt dieser Körper innerhalb gewisser Zellen genannter Pflanzen nicht kristallisiert auf, er findet sich aber nicht selten in sehr gesättigter Lösung in diesen vor. Über die physiologische Bedeutung und die Lokalisation, sowie an welchen Zellinhalt (Plasma oder Zellsaft) dieser Körper gebunden ist, werden wir vielleicht später berichten können.

Da auf mikrochemischem Wege nachgewiesene Pflanzenstoffe eine bessere Stütze durch eine makrochemische Analyse erhalten, so wird eine solche von anderer Seite, sobald wir eine größere Menge *Drosera*-Material durch Kultur erlangt haben, zur Ausführung gebracht und an entsprechender Stelle mitgeteilt werden.

Wir möchten noch erwähnen, daß es als naheliegend angesehen werden durfte, das Vorhandensein des von MOLISCH (11) aufgefundenen leicht kristallisierenden gerbstoffartigen Körper auch in *Drosera binata* zu vermuten. Unter den von MOLISCH angegebenen Verfahren gelang es uns jedoch nicht diesen Körper in kristallinischer Form in dieser Pflanze aufzufinden.

Für den von MOLISCH (11) angegebenen Fall dürfte es von einigem Interesse sein, daß auch Beobachtungen vorliegen, die ein Zusammenvorkommen von Juglon mit Gerbstoffen angeben, z. B. von GORIS (6 u. 7) und CHEMINEAU (3). Die Feststellungen und Anschauungen der genannten Autoren seien in den zusammenfassenden Angaben DEKKERs (5) zitiert: „In den Zellen, in welchen der Gerbstoff gefunden wurde, konnte zugleich ein anderer typischer Bestandteil (Aesculin, Fustin, Daphnin, Salizin, Koffëin, Juglon, Arbutin) nachgewiesen werden. Sie (GORIS u. CHEMINEAU) mutmaßten daher eine chemische Verbindung zwischen Gerbstoff und Glukosiden und Alkaloiden in der Pflanzenzelle“.

Blicken wir auf den Gang der Untersuchung des in oben genannten Pflanzen vorkommenden Inhaltsstoffes zurück, so ergibt sich, wie different ein pflanzlicher Inhaltsstoff auftreten kann. Daß jeweils nach Alter, Vegetationsperiode, Ernährungsweise, Standort und noch durch manche andere Faktoren eine Pflanze ihre chemische Zusammensetzung, ihren äußeren und inneren Charakter, qualitativ und auch quantitativ ändert, sind uns allen bekannte Dinge. Die biochemische und physiologische Forschung hat diesen Punkten die größte Aufmerksamkeit zu schenken.

Es kann darum noch keineswegs als sicher gelten, daß der jetzt (November—Januar) in *Drosera binata* sicher nicht vorhandene gerbstoffartige Körper im Sinne von MOLISCH in späteren Entwicklungsstadien nicht auftritt. Umgekehrt ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß der von uns in *Drosera binata* aufgefundene Körper später verschwindet. Nicht immer hat die Forschung diese Gesichtspunkte sorgfältig genug beachtet, wodurch dann mancherlei Irrtümer entstanden sind; an Beispielen dafür wäre kein Mangel.

Ein abschließendes sicheres Ergebnis kann auch in unserem Fall nur durch fortgesetzte Untersuchungen aller Entwicklungszustände an einwandfreiem Material erzielt werden. Wir setzen unsere Untersuchungen in diesem Sinne fort und werden zu gegebener Zeit darüber berichten.

Stuttgart, botanisches Institut der K. Techn. Hochschule.

Literatur:

1. BRISSEMORET ET COMBES, Sur le juglon. Comptes rendus de l'academie des sciences, Tome 141 (1905), p. 838.
2. Dies., Über eine Reaktion der Oxychinone. Journal Pharm. Chim. (6) 25, p. 53—58. Referat in: Chem. Centralbl., Jahrg. 78, (1907), p. 994.
3. CHEMINEAU, R., Recherches microchimiques sur quelques glucosides. Trav. du Laboratoire de mat. médicale de l'Ecole supr. de Pharmacie. T. II, (1904). Auch als Dissertation Paris 1904 erschienen.
4. CZAPEK, FRIEDR., Biochemie der Pflanzen. Bd. 2 (1905), p. 593.
5. DEKKER, J., Die Gerbstoffe. 1913, p. 290.
6. GORIS, A., Sur la contribution du tannin et de l'aesculine dans *Aesculus Hippocastanum.* Comptes rendus de l'academie des sciences, Tome 136 (1903), p. 902.
7. Ders., Recherches microchimiques sur quelques glucosides et quelques tannins végétaux. Paris. 1903.
8. HERRMANN, O., Nachweis einiger organischer Verbindungen in den organ. Geweben, Dissertat. Leipzig. 1897. p. 27.
9. MEYER, ARTH. u. DEWÈWRE. A., Über *Drosophyllum lusitanicum.* Botan. Centralbl., Bd. 60 (1894), p. 34.
10. MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze, 1913. p. 146.

11. Ders., Beiträge z. Mikrochemie d. Pflanze. Nr. 1. Über einen leicht kristallisierenden Gerbstoff in *Dionaea muscipula.* Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 33. Jahrg. (1915), Heft 8, p. 44.
12. RENNIE, E. H., Über den Farbstoff von *Drosera Whittakerii.* Chem. N. 55. 115. 11 (3) März. London. Chem. Soc. Referat in: Chem. Centralbl., 3. Folge, Jahrg. 1887, p. 411.
13. Ders., Die Farbstoffe von *Drosera Whittakerii.* Chem. Soc. **63.** 1083—89. Septbr.[1] Referat in: Chem. Centralbl. 64. Jahrg. (1893), Bd. II, p. 757.
14. SOLEREDER, H., Systematische Anatomie der Dicotyledonen. 1899. p. 369.
15. TUNMANN, O., Über den mikrochem. Nachweis und die Lokalisation der Juglone in Juglans regia. Pharm. Zentralhalle 53 (1912), p. 1005.
16. Ders., Pflanzenmikrochemie. 1913. p. 219.
17. WEHMER, C., Die Pflanzenstoffe. 1911. p. 264.

15. Arthur Meyer: Die Allinante.

Zugleich eine Antwort auf die Darstellung von Guillermond im 32. Bande dieser Berichte, S. 282.

(Eingegangen am 9. März 1916.)

Unter Chondriosomen oder Mitochondrien versteht man (siehe z. B. BENDA 1914, S. 20) im allgemeinen in der tierischen Histologie rundliche, seltener längliche Körner oder kurze Stäbe, oder zu Fäden angeordnete Körner oder homogene Fäden, welche im Zytoplasma der tierischen Zelle liegen und sich nach der Methode von BENDA oder der von MEVES oder REGAUD oder auch ALTMANN färben lassen. Am intensivsten haben sich mit den Chondriosomen wohl BENDA und MEVES beschäftigt, und man handelt daher zweckmäßig, wenn man nur die Gebilde der Zelle Chondriosomen nennt, welche diese Autoren von den sich nach ihren Methoden wirklich färbenden Gebilden der tierischen Zellen noch als Chondriosomen gelten lassen, alles ausschließend, was sie von anderen Gesichtspunkten schon als anderes erkannt haben.

Gebilde, welche diesen tierischen Chondriosomen augenscheinlich glichen, wurden von MEVES 1904 in den Tapetenzellen von *Nymphaea* gefärbt, und damit wurde die allgemeine Chondriosomen-Definition nebst den Chondriosomen-Methoden der zoologischen Histologen in die Botanik eingeführt. Der Erfolg davon war, daß man drei verschiedene Arten von Gebilden der pflanzlichen Zelle, entsprechend der allgemeinen Chondriosomen-Definition, als Chondriosomen bezeichnete, also den tierischen Chondriosomen gleich stellte. Einmal wurden Trophoplasten als Chondriosomen bezeichnet, dann Gebilde, welche ich jetzt Allinante nenne, und drittens fadenförmig gestreckte Zellsaftvakuolen.

Mittels der Methoden von BENDA, von MEVES, von REGAUD oder mittels einer Silbermethode gefärbte Trophoplasten sind in der Tat in einer ganzen Reihe von Arbeiten Chondriosomen genannt worden. Zuerst wohl von SMIRNOW (1907) für *Hyacynthus*, dann 1910 von DUESBERG und HOVEN (*Pisum*). Auch waren die von PENSA (1910 und 1911) bei *Tulipa*, *Lilium*, *Yucca* usw. nach der Silbermethode gefärbten Chondriosomen Trophoplasten. LEWITZKY (1910 und 1911 a und b) bildete gefärbte Trophoplasten als Chondriosomen ab und unterschied sie nicht von den teilweise mit gefärbten und mit abgebildeten Allinanten. Es folgen dann mehr als 20 kurze über Chondriosomen handelnde Notizen von GUILLERMOND in den Jahren von 1911 bis 1914. Sicher sind von den in diesen Arbeiten abgebildeten Chondriosomen die von *Phajus* (1912c, Abb. 1), die von *Ricinus* (1914, Abb. 1B), die von *Phaseolus* (1914, Abb. 1D) Trophoplasten; für manche andere Chondriosomen GUILLERMONDS ist es wahrscheinlich, daß sie Trophoplasten waren.

Allinante sind Gebilde, welche nicht das Geringste mit diesen Trophoplasten zu tun haben. Unter Anten (das Ant, die Ante) verstehe ich Massenteilchen, die für das unbewaffnete Auge unsichtbar, mikroskopisch aber sichtbar sind. Allinante sind ergastische Gebilde der Zelle, welche aus einem Allin, einem Körper der Stoffgruppe der Alline, bestehen, die sich durch eine Reihe von mikrochemischen Reaktionen charakterisieren läßt. Die Allinante geben hauptsächlich folgende mikrochemische Reaktionen: 3 proz. Salpetersäure, Pikrinsäure in wässeriger Lösung, Jodjodkalium, Osmiumsäure, Formaldehyd fixieren ohne Kontraktion; siedendes Wasser, Alkohol und Quecksilberchlorid fixieren unter Kontraktion und Deformation. Jodjodkalium und Pikrinsäure färben. 2 proz. Kalilauge löst. Eau de Javelle löst. Pepsin greift bei 40 Grad nicht an. Trypsin greift bei 20 Grad die Allinante viel langsamer an als die Substanz der Zellkerne. Dazu kommt, daß das Allin der Moose und der Monokotyledonen sich mit Schwefelwasserstoff grau färbt.

Vermutlich bestehen die Allinante wesentlich aus einem Eisen-Nuklein.

Die Allinante sind sicher ergastische Gebilde und sind als Reservestoffante zu bezeichnen. Sie werden wie andere Eiweißkörper besonders in Reservestoffbehältern gespeichert. Sie ergrünen niemals im Lichte und erzeugen niemals an sich Stärkekörner.

Diesen Allinanten zuzurechnende Gebilde hat zuerst ZIMMERMANN beschrieben, der die Allinante auch nicht mit den Trophoplasten verwechselte. Er hat (1893 b, Abb. 2) für *Momordica* stäbchenförmige, sich in der lebenden Zelle krümmende Gebilde dargestellt, welche sich auch nach ALTMANNs Methode färben ließen, und hat sie Nematoplasten genannt. Er hat ferner (1893) unter dem Namen Granula bei *Tradescantia* sicher Allinante beschrieben. Er beobachtete sie in lebenden Zellen, färbte sie nach ALTMANN und stellte auch einige mikrochemische Reaktionen mit ihnen an. ZIMMERMANNs Arbeit ist die beste, die bisher über die Allinante veröffentlich wurde. Die von ihm als Granula beschriebenen Gebilde würden von den nun folgenden Autoren als Chondriosomen bezeichnet worden sein, wenn sie dieselben gefärbt zu Gesicht bekommen hätten.

1894 hat auch MIKOSCH Ante bei *Sedum Telephium* gesehen, welche vermutlich Allinante gewesen sind. FORENBACHER färbte die Allinante von *Tradescantia* zugleich mit den Trophoplasten entwickelter Zellen und hielt beide Gebilde auseinander, die Allinante als Chondriosomen bezeichnend, welche ZIMMERMANN vor ihm Granula genannt hatte. Auch RUDOLPH (1912) unterscheidet in den ausgewachsenen Zellen von *Asparagus* die Trophoplasten von den „Chondriosomen", die hier sicher Allinante sind. Er untersucht deren Verhalten in der lebenden Zelle und stellt auch ein paar mikrochemische Reaktionen mit ihnen an. GUILLERMOND hat in den lebenden Epidermiszellen der Perianthblätter von *Iris germanica* (1913 b) Allinante unter den Augen gehabt, denn er sagt S. 1282: „Un certain nombre des chondriocontes subsistent toujours dans la cellule après la formation des leucoplastes."

Als Chondriosomen hat dann zuletzt GUILLERMOND die gestreckten Zellsaftvakuolen der jungen Laubblätter der Rose und der Wallnuß beschrieben, und zwar in Notizen, welche im Jahre 1912 und 1913 erschienen, besonders aber in einer größeren Arbeit (1914a) aus dem Jahre 1914. LÖWSCHIN (1914b, S. 386), erkannte nicht ganz klar, daß diese Chondriosomen Zellsaftvakuolen sind, kam jedoch der Wahrheit näher als GUILLERMOND.

Es ist nun ganz selbstverständlich, daß die Autoren, welche die drei ganz verschiedenartigen Gebilde, die Trophoplasten, die Allinante und die Zellsaftvakuolen nicht auseinanderzuhalten vermochten, zu allerhand Fehlschlüssen gelangen konnten. So konnte

GUILLERMOND (1914, S. 289), deshalb die Behauptung aufstellen, daß die „Chondriosomen“ Stärke bildeten und daß es ergrünte „Chondriosomen“ gäbe (1914, S. 288), weil er Trophoplasten für Allinante hielt.

Ebenso leicht konnte GUILLERMOND einen Zusammenhang zwischen den „Chondriosomen“ und der Bildung des Anthozyans behaupten (1914a), wenn er die anfangs kleinen und farblosen Zellsaftvakuolen als „Chondriosomen“ bezeichnete.

Am leichtesten war aber der Irrtum zu erlangen, daß Allinante zu Trophoplasten werden könnten. Allinante und die jungen, farblosen Trophoplasten der Angiospermen sind nur bei großer Aufmerksamkeit, am besten noch in lebenden Zellen zu unterscheiden, oft kaum oder nicht, wenn sie fixiert und gefärbt sind. Bezeichnet man nun junge Trophoplasten als „Chondriosomen“, so ist der Schluß leicht zu gewinnen, daß Trophoplasten aus Chondriosomen entstehen können.

So hat es PENSA (1910) gemacht, welcher nur Trophoplasten als Mitochondrien bezeichnete und dann aus seinen Beobachtungen schloß (S. 330): „Tutte queste formazioni che ho descritto e che si colorano in nero col metode dell'argento ridotto e che somigliano, dal punto di vista morfologico, in modo cosi perfetto ai mitocondri delle cellule animali sono intimamente legate alla formazione dei cloroleuciti o corpi clorofillani, anzi rappresentano le varie fasi di sviluppe dei cloroleuciti stessi.“

Auch GUILLERMOND, der Allinante und Trophoplasten, wie wir sahen, nicht genügend unterscheiden konnte, erklärte „les leucoplastes comme absolument assimilables aux mitochondries“ (1912a), oder, daß die Trophoplasten aus „Mitochondrien“ hervorgingen (1914, S. 286).

Niemand sah ein Allinant sich in einen Trophoplasten umbilden, und da, wo Trophoplasten und Allinante leicht voneinander unterscheidbar sind, läßt sich die Unabhängigkeit der beiden Gebilde voneinander sicher erweisen. So ist diese Unabhängigkeit für die Allinante und Trophoplasten der Moose durch SAPĚHIN (1913), besonders aber von SCHERRER (1913 und 1914) in einer sorgfältigen Arbeit bewiesen worden.

Die interessante Frage, ob die tierischen Chondriosomen alle oder teilweise den Allinanten analoge Gebilde seien, ist dahin zu beantworten, daß keine bisher bekannt gewordene Tatsache gegen die Möglichkeit dieser Analogie spricht, daß aber erst die genauere mikrochemische Untersuchung einiger als Chondriosomen allgemein anerkannter Gebilde, die Frage einigermaßen sicher zu beantworten gestatten wird, eine Untersuchung, welche in meinem Institute ausgeführt werden soll.

Würden die Behauptungen, daß die Chondriosomen sich nur durch aktive Teilung vermehrende Organe der Zelle seien, die auch als Vererbungsträger funktionierten, und daß sie sich in allerhand ergastische und alloplasmatische Gebilde direkt umwandelten, diesen den Ursprung gebend usw., wahr sein, so wäre an eine Analogisierung der Allinante und Chondriosomen nicht zu denken. Aber alle diese Behauptungen sind unbewiesen. Bei einer kritischen Durcharbeitung der Literatur findet man demgegenüber zahlreiche Tatsachen, welche völlig mit der Anschauung im Einklange stehen, daß auch die tierischen Chondriosomen wie die Allinante ergastische Reservestoffante sind.

Alle hier nur kurz angedeuteten Verhältnisse wird man in meinem Buche: „Morphologische und physiologische Analyse der Zelle der Pflanzen und Tiere“, welches so bald wie möglich erscheinen soll, eingehender behandelt finden.

Literatur.

BENDA: Die Bedeutung der Zelleibstruktur für die Pathologie. Centralblatt für allgemeine Pathologie u. pathologische Anatomie. Ergänzungsheft zum 25. Bd. 1914, S. 5.

DUESBERG ET HOVEN: Observations sur la structure du protoplasme des cellules végétales. Anatom. Anzeiger, 36. Bd., 1910, S. 96.

FORENBACHER: Die Chondriosomen als Chromatophorenbildner. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, 29. Bd., 1911, S. 648.

GUILLERMOND: Sur l' origine des leucoplastes et sur les processes cytologiques de l' élaboration de l'amidon, dans le tubercule, de pomme de terre. Comptes Rendus, 153. Bd., 1911, S. 1492.

GUILLERMOND: Sur les leucoplastes de *Phagus grandifolius* et leur indentification avec les mitochondries. Comptes rendus, 154. Bd., S. 286, 29. janvier 1912a.

GUILLERMOND: Quelques remarques nouvelles sur le mode de formation de l'amidon dans la cellule végétale. Comptes rendus des séances de la Société de Biologie. 72. Bd., S. 276, 1912c.

GUILLERMOND: Sur l'étude vitale du chondriome, de l'épiderme des pétules d'Iris germanica et de son évolution en leuco- et chromoplastes. Comptes rend. Soc. Biol. 74. Bd., S. 1280, 1913b.

GUILLERMOND: Bemerkungen über die Mitochondrien der vegetativen Zelle u. ihre Verwandlung in Plastiden. Eine Antwort auf einige Einwürfe. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. 32. Bd., S. 282, 1914.

GUILLERMOND: Recherches cytologiques sur la formation des pigments anthocyanique. Nouvelle contribution à l'étude, des Mitochondries. Extrait de la Revue générale de Botanique. 25. Bd., S. 295, 1914a.

LEWITSKY: Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft 28. Bd., S. 538, 1910.

LEWITSKY: Vergleichende Untersuchungen über die Chondriosomen in lebenden u. fixierten Pflanzenzellen. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. 29. Bd., S. 685, 1911 a.

LEWITSKY: Die Chloroplastenanlagen in lebenden u. fixierten Zellen von *Elodea canadensis*. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. 29. Bd., S. 697, 1911 b.

LÖWSCHIN: Zur Frage über die Bildung des Anthocyans in den Blättern der Rose. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. 32. Bd., S. 386, 1914 b.

MEVES: Über das Vorkommen von Mitochondrien bzw. Chondromiten in Pflanzenzellen. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. 22. Bd. S. 284, 1904.

MEVES: Was sind die Plastosomen? II. Bemerkungen zu dem Vortrage von C. BENDA: Die Bedeutung der Zelleibstruktur für die Pathologie. Archiv für mikrosk. Anatomie. 87. Bd., Heft 2, 1915 b, S. 287.

MIKOSCH: Über Strukturen im pflanzlichen Protoplasma. Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher u. Ärzte vom 24.—28. Septbr. 1894, II. Teil, 1. Hälfte, S. 179.

PENSA: Alcune formazioni endocellulari dei vegetali. Anat. Anzeiger, 37. Bd., 1910, S. 325.

PENSA: Ancora di alcune formazioni endocellulari dei vegetali. Anat. Anzeiger, 39. Bd., 1911, S. 520.

RUDOLPH: Chondriosomen und Chromatophoren. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. 30. Bd., 1912, S. 605.

SAPĚHIN: Untersuchungen über die Individualität der Plastide. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. 31. Bd., 1913, S. 14.

SCHERRER: Die Chromatophoren u. Chondriosomen von *Anthoceros*. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. 31. Bd., 1913, S. 493.

SCHERRER: Untersuchungen über Bau u. Vermehrung der Chromatophoren und das Vorkommen von Chondriosomen bei *Anthoceros*. Festschrift zur Eröffnung des neuen Instituts für allgemeine Botanik a. d. Universität Zürich. FISCHER-Jena, 1914, S. 177.

SMIRNOW: Über die Mitochondrien und den Golgischen Bildungen analoge Strukturen in einigen Zellen von *Hyacinthus orientalis*. Anatom. Hefte, 32. Bd., 1907, S. 143, Tafel 20.

ZIMMERMANN: Beiträge zur Morphologie u. Physiologie der Pflanzenzelle. 1. Bd. Tübingen 1893.

ZIMMERMANN: Sammel-Referate aus dem Gesamtgebiete der Zellenlehre. Beihefte zum botan. Centralblatt. Jahrgang 3, S. 206, 1893 b.

16. Friedl Weber: Über eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen.

Gasdiffusionsmethode.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Universität Graz.

(Eingegangen am 12. März 1916.)

Auf Seite 73 dieser Berichte (1916) wurde über eine einfache Methode Mitteilung gemacht, mit der die Wegsamkeit der Ausführungsgänge des Durchlüftungssystems insbesondere der Lenticellen für Gase demonstriert werden kann; es wurde dabei auch die Vermutung geäußert, diese „Gasdiffusionsmethode" werde ähnliche Dienste leisten können wie die Infiltrationsmethode von MOLISCH (u. E. STEIN). Im folgenden soll gezeigt werden, daß diese Vermutung richtig war.

Wie ich sehe, hat NEGER (1915, p. 249) bereits gelegentlich auf die Möglichkeit hingewiesen, das Eindringen giftiger Gase (SO_2) durch die Spaltöffnungen „als Mittel zum Nachweis des Öffnungszustandes der Stomata" zu verwenden.

NEGER hat in Annäherung an die natürlichen Verhältnisse bei Rauchgasschädigungen[1]) die giftigen Gase nur in geringen Dosen einwirken lassen; für die neue Gasdiffusionsmethode ist dagegen charakteristisch die Verwendung starker Gaskonzentrationen, wodurch die am Blatte hervorgerufenen Veränderungen häufig augenblicklich, zumindest aber nach relativ kurzer Zeit sichtbar werden.

Die Methode.

Das Wesen der Gasdiffusionsmethode beruht auf dem Eindringen „giftiger" Gase durch die Stomata und den hierauf sich einstellenden (Farben-) Veränderungen des Blattes. Diese Veränderungen können auf zwei ganz verschiedenen Vorgängen beruhen.

Meist sind sie zurückzuführen auf das Abtöten der Blattzellen, es handelt sich also um postmortale Verfärbungen — Bräunung oder Schwärzung —, wobei allerdings die auftretenden Farbentöne je nach der Anwendung bestimmter Gase etwas verschieden sein können.

---

1) Über das Eindringen der Rauchgase siehe ferner: SORAUER, 1909 p. 711, BURGERSTEIN, 1904, p. 148, u. NEGER, 1916. Diagnostik der Rauchschäden, Die Naturwissenschaften IV.

In den Fällen aber, wo die Blattunterseiten (resp. die ganzen Blätter) durch Anthokyan rot gefärbt erscheinen, tritt zunächst bei Verwendung geeigneter Gase — Ammoniak — eine Verfärbung ein, die auf den Farbenumschlag des Anthokyans allein zurückzuführen ist und nicht auf einem Absterben der Zellen beruht.

Damit die neue Methode überhaupt Aufschlüsse in dem angegebenen Sinne liefern kann, muß folgendes zutreffen:

Erstens müssen die verwendeten Gase durch die Kutikula nicht oder doch wenigstens nur bedeutend langsamer einzudringen vermögen als durch die Stomata und zweitens muß die Öffnungsweite der Stomata für den Zeitpunkt (beziehungsweise die Quantität) des Eindringens maßgebend sein, so daß bei geschlossenen Spaltöffnungen die Verfärbung später eintritt als bei offenen. Beide Bedingungen treffen, wie gezeigt werden wird, tatsächlich zu.

Als giftiges Gas habe ich bisher fast ausschließlich Ammoniak verwendet; dasselbe eignet sich jedenfalls in ganz besonderer Weise speziell auch bei der Behandlung rot gefärbter Blätter. Inwiefern andere Gase Vorteile bieten, ist vorläufig nicht untersucht worden.

Was die Dosierung des Ammoniaks betrifft, so kann von genaueren Angaben Abstand genommen werden: je stärker die Dämpfe, desto rascher und schneller ist die Wirkung derselben zu beobachten; jedenfalls empfiehlt es sich, soviel Ammoniaklösung zu verwenden, daß in dem Gasraum „stechend riechende“ Dämpfe sich entwickeln.

Der Ammoniak-Raum kann natürlich je nach den Anforderungen verschieden sein; arbeitet man mit größeren Pflanzen oder Pflanzenteilen im Laboratorium, so wird man Glasglocken verwenden, die auf Glasplatten ruhen; unter diese Glocke ist die Schale mit Ammoniaklösung zu stellen. Werden in einen solchen Gasraum Pflanzenteile eingebracht, so ist darauf zu achten, daß von Blättern, deren Wegsamkeit für das Gas man vergleichen will, nicht das eine unmittelbar über der offenen Ammoniakschale zu stehn kommt, das andere aber weit ab davon. Arbeitet man aber mit kleinen Pflanzenteilen oder einzelnen Blättern, besonders im Freien, so genügt als Ammoniakraum ein Zylinderglas (von 10 bis 20 cm Höhe) mit eingeriebenem Glasstöpsel; in dasselbe hinein stellt man etwa ein kleines, offenes Stiftfläschchen, das zu $^1/_3$ mit „Ammoniak“ angefüllt ist. Dieser einfache Ammoniakraum ist je nach seiner Größe mehr oder weniger bequem transportabel.

Die Einwirkungsdauer des Ammoniaks ist, auch bei entsprechend hoher Konzentration desselben, zur Erzielung eines sichtbaren Effektes bei verschiedenen Pflanzen verschieden lang zu wählen. Erstaunlich schnell — nach etwa 2 bis 5 Sekunden — tritt (bei offenen Stomata) der Farbenumschlag bei „roten" Blättern ein. In diesen Fällen ist demnach der Effekt im wesentlichen eben so schnell zu erzielen wie mit der Infiltrationsmethode. Bei „grünen" Blättern, wo eine postmortale Verfärbung abzuwarten ist, muß die Einwirkung gewöhnlich ganz bedeutend länger vor sich gehn. Auch nach Entfernung aus dem Ammoniakraum verstärkt sich der Unterschied in der Färbung beschädigter und nicht beschädigter Blätter mit der Zeit immer noch mehr, je intensiver die postmortale Verfärbung zur Ausbildung kommt. (Vgl. MOLISCH 1912, p. 115.) Speziell Koniferen-Nadeln habe ich meist 10 Minuten (oder auch doppelt so lang) den Ammoniak-Dämpfen ausgesetzt. [Es sei gleich hier erwähnt, daß es Blätter gibt, die selbst bei Anwendung stärkster Ammoniakdosen und trotz halbstündiger oder noch längerer Einwirkungsdauer unter Umständen keine Spur von Farbenveränderungen — sogar an den „roten" Unterseiten — aufweisen, so z. B. die Blätter von Bromeliaceen *(Billbergia)*].

Was das gerade in letzteren Fällen naheliegende Bedenken betrifft, die giftigen Gase könnten (durch Reizwirkung) den Öffnungszustand des Spaltöffnungsapparates beeinflussen, so glaube ich, daß diesbezüglich dasselbe gilt, was MOLISCH (1912, p. 112) betreffs ganz ähnlicher Verhältnisse bei der Infiltrationsmethode erörtert hat; ganz besonders sei auch darauf hingewiesen, daß NEGER (1915, p. 250) auf Grund seiner Untersuchungen sich dahin äußert: die Pflanze scheint nicht imstande zu sein „sich gegen gasförmige Gifte durch Schluß ihrer Stomata wirksam zu schützen".

Ein nicht zu verkennender Nachteil der neuen Methode ist es, daß sie ohne weiteres nur das gleichzeitige Vergleichen verschiedener Blätter zuläßt, dagegen nicht so leicht das Vergleichen von Blättern zu verschiedenen Zeiten, da es schwierig ist genau die gleiche Gasspannung zu verschiedenen Zeiten im Gasraum herzustellen und da von der Menge des Gases naturgemäß die Schnelligkeit der Diffusion abhängt. Ein weiterer Nachteil insbesondere gegenüber der Infiltrationsmethode von MOLISCH ist, daß der Effekt — abgesehen von den Fällen, bei denen rote Blätter untersucht werden — meist nicht sogleich eintritt, vielmehr erst nach einiger Zeit zu konstatieren ist. Ferner ist es auch, mit Ausnahme von Versuchen an „roten" Blättern, kaum möglich mit Hilfe der Diffusionsmethode einen Aufschluß über die relative Spaltweite zu erzielen, wie es bis zu einem gewissen Grade bei der Infiltrationsmethode durch Anwendung verschiedener Medien gelingt.

Als Vorteile der neuen Methode soll dagegen folgendes hervorgehoben werden:

1. Die Gasdiffusionsmethode eignet sich ungemein zu Demonstrationszwecken, und zwar vor allem in der Anwendung auf Anthokyan-haltige Blätter; der Farbenumschlag von Rot in Blau tritt momentan ein (bei geöffneten Stomata) und bietet eine auch auf die Entfernung deutlich sichtbare ungemein auffällige Reaktion.
2. Sie eignet sich ferner ganz besonders in Fällen, wo es sich um eine gleichzeitige Prüfung zahlreicher (z. B. verschieden alter) Blätter ein und derselben Pflanze handelt. Wählt man als Gasraum einen genügend hohen Glassturz, so kann auf diese Weise an einer stattlichen Pflanze mit einem Schlage ein Überblick über die Wegsamkeit der Stomata aller ihrer Blätter gewonnen werden. Auch eine ungleiche Wegsamkeit verschiedener Stellen (besonders) großer Blätter läßt sich auf diese Weise bequem ermitteln[1]).
3. Der wichtigste Vorteil, den die Gasdiffusionsmethode bietet, ist aber ihre Anwendbarkeit in Fällen, bei denen die anderen (einfachen) Methoden versagen, also bei dichtbehaarten Blättern und ganz besonders bei den kleinen und ungemein unwegsamen Koniferenblättern.

Im folgenden soll, dem alleinigen Zweck dieser Mitteilung entsprechend, an einigen Beispielen die Brauchbarkeit der Methode veranschaulicht werden.

Versuche mit „roten“ Blättern.

Mit *Cyclamen europaeum.*

Von zwei gleichalten und auch sonst möglichst gleichartigen unterseits lebhaft rot gefärbten Blättern von *Cyclamen europaeum* wird das eine für eine Stunde oder länger zu langsamen Welken (nicht an der Sonne) ausgelegt, das andere verbleibt unterdessen am Stock oder mit dem Stiel in Wasser tauchend in einem feuchten Raume. Hierauf werden beide Blätter gleichzeitig in den Ammoniakraum gebracht: Das frische, turgeszente Blatt erscheint in wenigen Sekunden unterseits intensiv blau verfärbt — bis auf die stomatafreien Stellen über den Blattnerven, welche rot bleiben und daher scharf hervortreten. Das angewelkte Blatt behält während dieser Zeit noch vollkommen seine alte, rote Farbe bei (und verfärbt sich erst nach bedeutend länger andauernder Einwirkung der Ammoniakdämpfe).

---

[1]) Vgl. die Untersuchungen von R. PAULMANN „Über die Anatomie des Laubblattes“, 1914, Flora, VII. Bd., und die Angaben LINSBAUERs (1916) über das Verhalten der Stomata „in der Nähe der Nerven“.

Aus der intensiven Verfärbung der Blätter würde man geneigt sein auf eine dauernde Schädigung derselben durch die Ammoniakdämpfe zu schließen. Nimmt man aber die Blätter sogleich nach Eintritt der Blaufärbung aus dem Ammoniakraum heraus und legt sie in eine Schale mit etwas Leitungswasser, so sind sie nach etwa einem halben Tag wieder normal rot gefärbt und frisch. Man kann sogar das Verfärben und Wiederherstellen der roten Farbe an ein und demselben Blatte mehrmals vor sich gehn lassen: so habe ich an *Cyclamen*-Blättern innerhalb einer Woche 8mal nach Ammoniakbehandlung das Wiedererscheinen der Rotfärbung verfolgen können. Auch Blätter im Verbande mit intakten Topfpflanzen (z. B. bei *Coleus* sp.) zeigen nach Verfärbung diesen Restitutionsvorgang ihrer natürlichen Farbe.

[Ein derartiges wieder Rotwerden ist von Blüten schon bekannt (SORAUER 1909, p. 724). Auch KLEMM (1895, p. 690) führt an, daß „die roten Zellsäfte schon längst blau gefärbt sein können" das Plasma aber dabei „noch lange am Leben bleiben kann". Dieser interessante Vorgang des wiederholten Farbenwechsels, der sich bei den angegebenen Blättern sehr leicht beobachten läßt, kann beruhen entweder auf einer Erhöhung der Acidität als „Reaktion" auf die Ammoniakeinwirkung oder auf einer Verarbeitung (Assimilation) des eingedrungenen Ammoniaks.]

Ebenso wie *Cyclamen europaeum* eignen sich zu solchen Versuchen der Hauptsache nach in gleicher Weise (unterseits) rote Blätter von *Tradescantien, Begonien, Centradenien,* von *Coleus* und *Ruellia sabiniana.*

Diese Versuche zeigen jedenfalls, daß sich aus der Schnelligkeit des Farbenwechsels ein Schluß auf den Öffnungszustand der Stomata ziehen läßt, daß durch geschlossene Stomata — der Verschluß der Stomata konnte jeweilige mit der Infiltrationsmethode oder durch mikroskopische Untersuchung des ganzen Blattes bestätigt werden — die Ammoniakdämpfe langsamer eindringen, was aus der Verzögerung des Farbenumschlages erschlossen werden kann. Bei besonders geeigneten Blättern (*Coleus*) ist es sogar möglich auf diese Weise festzustellen, daß schwach angewelkte Blätter sich später verfärben als frische, aber früher als stärker erschlaffte.

Mit *Coleus* sp. Topfpflanzen.

Stellt man „frische“ und angewelkte Topfpflanzen von *Coleus* sp. in einen Ammoniakraum, so tritt bei ersteren augenblicklich (innerhalb 2 bis 3 Sek.) intensive Verfärbung ein, bei letzteren erst viel später. Aber auch bei den „frischen“ ergibt nur der oberflächliche Gesamteindruck den Wechsel von Rot in Blau, bei genauerer Betrachtung bemerkt man stets folgendes: Nur die mittleren (mittelalten) Blätter haben sich (nach etwa 3 Sekunden) blau gefärbt, die (beiden) untersten (ältesten) Blattpaare dagegen bleiben während dieser Zeit noch rot, obwohl sie ebenfalls noch vollkommen „frisch“ erscheinen. Ebenso wie die ältesten verhalten sich auch die obersten, jüngsten noch nicht ausgewachsenen Blätter.

Wir schließen daraus: die jüngsten und die ältesten Blätter haben in unserem Falle, also bei relativ günstiger Wasserversorgung (im Lichte) verschlossene Spaltöffnungen, die Stomata der mittleren Blätter dagegen sind offen. [Über die Transpirationsgrößen von Blättern verschiedenen Alters vgl. BURGERSTEIN 1904, p. 58, ff.; über das Bewegungsvermögen der Spaltöffnungen verschieden alter Blätter: LINSBAUER, 1916.]

Versuche mit dichtbehaarten Blättern.

Mit *Verbascum phlomoides.*

Bei dichtbehaarten Blättern, bei denen sich die Infiltrationsmethode „nicht anwenden läßt, weil der Haarfilz die infiltrierte Stelle deckt und nicht zur Beobachtung kommen läßt, bei denen auch die Porometerglocke nicht haftet, läßt sich allerdings auch mit der Gasdiffusionsmethode erst nach Ablauf längerer Zeit — nachdem die postmortale Verfärbung den Höhepunkt erreicht hat — ein Schluß auf die Wegsamkeit der Stomata ziehen. Trotzdem dürfte nach folgenden Versuchen auch bei filzigen Blättern die neue Methode zu richtigen Ergebnissen führen.

Läßt man *Verbascum*pflanzen mit verschieden alten, wolligen Blättern anwelken (was längere Zeit in Anspruch nimmt) und bringt diese dann gleichzeitig mit „frischen“ Kontrollpflanzen in den Ammoniakraum, wo man sie etwa 5 bis 10 Minuten (oder länger) beläßt, so zeigen die Pflanzen nach Entfernung aus dem Gasraum nach ungefähr einem Tage ein ganz verschiedenes Aussehen. Von den angewelkten Blättern (Pflanzen) sind alle bis auf die ältesten unbeschädigt geblieben — nur die Haare haben einen gelben Farbenton angenommen — während die Blätter der turgeszenten Pflanzen insgesamt gebräunt erscheinen, völlig absterben und alsbald eintrocknen.

Es dürften sich also wohl auch bei derartigen dichtbehaarten Blättern die Stomata beim Welken völlig schließen. Die Blätter von *Verbascum thapsiforme* verhalten sich ebenso.

Versuche mit Koniferenblättern.

Weder die Porometermethode noch die Infiltrationsmethode läßt sich bei Koniferenblättern anwenden; es haben daher NEGER (1912) und DENGLER (1912) eigene Methoden ausgearbeitet, mit denen sie die ersten interessanten Aufschlüsse über die Beweglichkeit der Koniferenspaltöffnungen ermitteln konnten. Da aber auch diese Methoden vorläufig wenigstens nicht auf die Blätter aller Koniferen anwendbar sind und außerdem immerhin einer komplizierteren Apparatur bedürfen, so wird eine einfache Methode Interesse verdienen, die Aufschluß gibt über den Öffnungszustand der Koniferenblätter im allgemeinen. Schon in meiner „Vorläufigen Mitteilung" (1916) wurde auf die auf Anregung Herrn Prof. Dr. K. LINSBAUERS unternommenen, orientierenden Versuche mit der Gasdiffusionsmethode an Koniferen-Nadeln hingewiesen; diese Versuche wurden fortgesetzt und haben bisher folgendes ergeben.

I. *Abies amabilis.*

Es sollen mit **A** die letztjährigen (1915), mit **B** die vorletztjährigen (1914) und mit **C** die vorvorletztjährigen (1913) Nadeln bezeichnet werden.

Bei einer bestimmten Ammoniakdosierung erscheinen die A Nadeln[1]) etwa im obersten Drittel und im untersten basalen Fünftel geschädigt = schwarz, der dazwischen liegende Teil in der Mitte der einzelnen Nadeln bleibt unbeschädigt = grün. Die B und C Nadeln bleiben in ihrer ganzen Ausdehnung grün.

Bei stärkerer Dosierung (längerer Einwirkung) des Gases ist bei den A Nadeln der grüne Teil sehr reduziert oder gänzlich verschwunden, die B Nadeln werden im obersten Drittel und seltener auch an der Basis schwarz, die C Nadeln erscheinen immer noch ganz grün.

Wird die Gaseinwirkung der Intensität oder Zeit nach noch stärker, so werden neben den A Nadeln auch die B Nadeln ganz schwarz, die C Nadeln sind meist noch ganz grün oder zeigen nur stellenweise schwarzbraune Flecken.

Es war die Frage zu entscheiden, ob am Zustandekommen dieses verschiedenen Verhaltens der Nadeln (ausschließlich) die verschiedene Wegsamkeit der Stomata beteiligt ist.

---

[1]) Insofern die Zweige in „frischem" Zustand in den Ammoniakraum eingebracht werden

Die Unterseite der Nadeln — an dieser befinden sich die Stomata — wurde mit Kakaobutter bestrichen: Die betreffenden A Nadeln blieben im Ammoniakraum zur Gänze grün, während daneben inserierte A Nadeln, deren Unterseite nicht bestrichen war, die angegebenen schwarzen Stellen aufzeigten. Bestreicht man die Nadel nur an der Spitze und Basis unterseits mit Kakaobutter, so bleibt die ganze Nadel grün. Werden dagegen die Oberseiten der A Nadeln mit Kakaobutter bestrichen, die Unterseiten frei gelassen, so verhalten sich solche Nadeln wie ganz unbestrichene.

Aus diesen Versuchen geht also hervor: Bei den A Nadeln dringen die Ammoniakdämpfe durch die Blatt-Unterseite ein.

Es mußte noch festgestellt werden, ob das Gas durch die Spaltöffnungen (allein) oder (auch) durch die stomatafreien Streifen der Unterseite Eingang findet. Von zwei gleichen Zweigen mit A und B Nadeln wird der eine 6 Stunden lang (oder länger) zum Welken ausgelegt, der andere in einem feuchten Raum — weites Glasgefäß mit Glasplatte bedeckt — mit der Schnittfläche in Wasser tauchend gehalten. Die A Nadeln des „angewelkten“ Zweiges — die sich äußerlich von denen des Kontrollzweiges in keiner Weise unterscheiden — zeigen nach etwa 5 Minuten langer intensiver Ammoniakeinwirkung noch keine Beschädigung, während an denen des „frischen“ Zweiges zuerst am oberen Drittel die Schwärzung eintritt. Wir schließen daraus:

1. Für das Eindringen des Ammoniaks in die A Nadeln ist die Öffnungsweite der Stomata maßgebend.
2. Bei frischen, turgeszenten Nadeln sind die Stomata ganz besonders weit offen.
3. Im Winter sind bei *Abies amabilis* die Spaltöffnungen der A Nadeln (besonders im oberen Drittel des Blattes) beweglich und schließen sich beim Welken.

Diese Versuche gelangten im Februar zur Ausführung, und zwar so, daß die Tannenzweige direkt aus dem Freien vom Baume in ein geheiztes, lichtes Zimmer gebracht und daselbst vor der Ammoniakeinwirkung eine Stunde oder länger in einem feuchten Raum belassen wurden; es geht demnach aus den Versuchen zunächst nur hervor, daß die Spaltöffnungen der A Nadeln auch zur Winterszeit bei Zimmertemperatur beweglich sind. Durch Aufstellung des Ammoniakraumes im Freien konnte ermittelt werden, daß auch bei winterlichen Temperaturen (— 2 ° C) bei den A Nadeln das Ammoniakgas zuerst im oberen Drittel derselben eindringt; es ist also anzunehmen, daß im Winter im Freien der lebhafteste

Gasaustausch im oberen Drittel der A Nadeln, wo die Spaltöffnungen am weitesten offen sind, vor sich geht.

II. *Taxus baccata (ericoides).*

Mit Verwendung der obigen Bezeichnungen können die für *Taxus* (bei Zimmertemperatur) geltenden Verhältnisse in folgender Übersicht dargestellt werden.

1. An „frischen“ Zweigen:	A Nadeln	braun
	B „	braun
	C „	grün
2. An „angewelkten“ Zweigen:	A „	grün
	B „	braun
	C „	grün

Die Nadeln weisen nach der Ammoniak-Behandlung in ihrer ganzen Ausdehnung die angegebenen Farben auf, nur vereinzelt zeigen die verschiedenen Teile der einzelnen Nadeln verschiedenes Verhalten.

Wir schließen aus diesen Versuchen, daß im Winter[1]) die Stomata der A Nadeln am beweglichsten, die der B Nadeln zumindest weniger beweglich und nicht ganz verschlossen, die der C Nadeln unbeweglich und völlig verschlossen sind.

[Im übrigen soll in dieser Mitteilung auf die Frage nach der Beweglichkeit der Koniferen-Spaltöffnungen und auf die einschlägige Literatur (NEGER u. LAKON) nicht näher eingegangen werden, vgl. NEGER 1915, p. 241, Anm. 1 u. 2. Es sei nur noch auf die interessanten Versuche von NEGER u. FUCHS (1915) verwiesen, die in bezug auf den Nadelfall nach Einwirkung von Trockenheit oder giftiger Gase (SO_2, NH_3) sowohl bei den einzelnen Koniferen als auch bei den verschiedenen Nadel-Jahrgängen verschiedenes Verhalten aufdeckten.]

III. *Pinus silvestris.*

Bei frischen Zweigen tritt bei schwacher Gaseinwirkung nur an der Basis der A Nadeln Schwärzung ein. Diese schwarze Stelle mißt ungefähr $1^1/_2$ cm bei einer Nadellänge von etwa 5 cm und beginnt an der Basis unmittelbar über der Nadelscheide (Niederblätter). Bei starker Ammoniakdosis bieten die Zweige alsbald folgendes Bild: die A Nadeln zu $^4/_5$ schwarz; nur das oberste Fünftel an der Spitze ist grün geblieben, die B Nadeln am basalen Drittel schwarz, die zwei oberen Drittel grün, die C Nadeln in ihrer ganzen Ausdehnung unbeschädigt grün.

---

[1] Über das Verhalten der Nadeln (Stomata) an den jungen Trieben im Frühling, ist damit natürlich nichts ausgesagt.

IV. *Thuja orientalis.*

Von Zweigen, die im Februar in ein geheiztes Zimmer aus dem Freien vom Baume weg eingebracht wurden, kamen die einen in einen feuchten Raum, die anderen wurden für mehrere Stunden oder einen Tag zum Welken ausgelegt. Hierauf erfolgte für eine Viertelstunde die Gaseinwirkung. Die angewelkten Zweige bleiben vollkommen grün, die frischen Zweige verfärben sich intensiv (am stärksten die Blätter mittleren Alters). Aus diesem in hohem Grade verschiedenen Verhalten frischer und welker Zweige ist auf eine weitgehende Beweglichkeit der Spaltöffnungen zu schließen.

Die Aufgabe weiterer Untersuchungen wird es sein, die an den Koniferenblättern mit Hilfe der Gasdiffusionsmethode ermittelten Tatsachen mit den Ergebnissen der Methoden von NEGER und DENGLER zu vergleichen und die Experimente auch zu anderen Jahreszeiten auszuführen, um insbesondere Aufschlüsse zu bekommen über die Beweglichkeit der Stomata auch an ganz jungen (noch im Wachstum begriffenen) Nadeln. Der Zweck dieser Mitteilung dagegen war es, wie erwähnt, nur die Verwendbarkeit der neuen Methode zu zeigen.

Graz, 8. März 1916.

Literatur.

BURGERSTEIN, A., 1904, Die Transpiration der Pflanzen.

DENGLER, A., 1912, Eine neue Methode zum Nachweis der Spaltöffnungsbewegungen bei den Coniferen. Diese Berichte.

KLEMM, P., 1895, Desorganisationserscheinungen der Zelle. Jahrb. f. wiss. Bot.

LINSBAUER, K., 1916, Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungsbewegungen, Flora, Neue Folge, 9. Bd., 1. Heft.

MOLISCH, H., 1912, Das Offen- u. Geschlossensein der Spaltöffnungen, veranschaulicht durch eine neue Methode (Infiltrationsmethode). Zeitschrift f. Bot., 4. Jahrg.

NEGER, F. W., 1912, Spaltöffnungsschluß u. künstliche Turgorsteigerung. Diese Berichte.

Derselbe, 1915, Die Atemwege der höheren Pflanzen. Die Naturwissenschaften, III. Jahrg.

NEGER, F. W., u. FUCHS, J., 1915, Untersuchungen über den Nadelfall der Koniferen. Jahrb. f. wiss. Bot.

SORAUER, 1909, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, I. Bd.

STEIN, E., 1913, Über Schwankungen stomatärer Öffnungsweite.

WEBER, F., 1916, Über eine einfache Methode die Wegsamkeit der Lenticellen für Gase zu demonstrieren. Diese Berichte.

17. Ernst Küster: Beiträge zur Kenntnis des Laubfalles.

(Eingegangen am 16. März 1916.)

Daß Laubblätter sich spontan von ihren Achsen ablösen, ist eine Erscheinung, die an holzigen und krautigen Gewächsen der verschiedensten Art als Reaktion auf die verschiedensten äußeren und inneren Faktoren und unter wechselnden Begleitumständen beobachtet werden kann. Innere Gründe, die nicht unmittelbar mit einem Wechsel der Außenweltbedingungen zusammenhängen, lassen alternde Blätter sich loslösen und veranlassen z. B. die Erscheinung des Treiblaubfalles (WIESNER); die Wirkung der äußeren Bedingungen wird z. B. beim „Sommerlaubfall“ (WIESNER) klar, beim „Hitzelaubfall“, bei den von FITTING studierten Erscheinungen der Petalenabstoßung und in vielen anderen Fällen[1]). In manchen Jahren läßt sich beobachten, daß die von Gallentieren besiedelten Laubblätter in außerordentlich großer Zahl frühzeitig und ohne irgend welche Verfärbung von den Bäumen abgeschüttet werden (*Populus* nach Infektion durch Pemphigus spirothece, P. bursarius und P. marsupialis, *Ulmus* nach Infektion durch Tetraneura ulmi usw.[2]). Die auf den Blättern von *Glechoma* entstehenden, zur Zeit der „Reife“ sich spontan ablösenden Beutelgallen der Oligotrophus bursarius lehren, daß selbst Teile einer Spreite unter abnormen Bedingungen in derselben Weise d. h. nach Bildung derselben Trennungsschicht sich ablösen können, die normaler Weise zwischen Blatt und Achse sich ausbildet[3]).

---

[1]) Vgl. z. B. MOLISCH, H., Untersuchungen über Laubfall (Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien. Math.-naturwiss. Kl. Abt. I. 1886. **93**, 148). WIESNER, J., Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse (ebenda 1871. **64**). Über Laubfall infolge Sinkens des absoluten Lichtgenusses (Sommerlaubfall) (Ber. d D. Bot. Ges. 1904. **22**, 64), Über den Treiblaubfall usw. (ebenda 1904. 316), Über den Hitzelaubfall (ebenda 1904. 501), Über Frostlaubfall usw. (ebenda 1905, **23**, 49) u. a. FITTING, H., Untersuchungen über die vorzeitige Entblätterung von Blüten (Jahrb. f. wiss. Bot. 1911, Bd. **49**, 107) und die dort zitierte Literatur; VOLKENS, Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen. Berlin 1912. SWART, N., Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern. Jena 1914.

[2]) KÜSTER, Pathol. Pflanzenanatomie. 2. Aufl. Jena 1916. 424.

[3]) KÜSTER, Gallen der Pflanzen. Leipzig 1911. 358.

Eine weitere Form des Laubfalles, die sich experimentell bei vielen Pflanzen leicht herbeiführen läßt und in der Literatur sich bereits mehrfach behandelt findet, ist diejenige, welche nach Verstümmelung, insbesondere nach völliger Entspreitung der Blätter, eintritt. Über die Wirkung dieses Eingriffes soll im folgenden auf Grund zahlreicher Versuche berichtet werden. —

Die Zahl der Pflanzen, welche nach Entspreitung der Blätter ihre Stiele auch im Sommer oder überhaupt unter äußeren Bedingungen, welche an sich keine Ablösung der Blätter bewirkt oder befördert hätten, kurze Zeit nach der Operation abfallen lassen, ist außerordentlich groß. Verschieden ist vor allem die Frist, welche bei ihnen — gleiche Bedingungen, namentlich gleiche Jahreszeit vorausgesetzt — zwischen Entspreitung und Blattstielfall verstreicht. *Urtica*-Arten, *Impatiens parviflora*, die verschiedensten Varietäten von *Coleus hybridus* u. a. lassen die entspreiteten Stiele schon nach zwei- oder dreimal 24 Stunden oder schon vor Ablauf dieser Frist fallen. *Mirabilis jalapa*, *Alnus viridis* u. a. *Alnus*-Arten, *Syringa vulgaris*, *Symphoricarpus racemosus*, *Polygonum cuspidatum* und *Datura tatula* sah ich nach vier Tagen ihre spreitenlosen Stiele abstoßen. Ungefähr eine Woche benötigten die Stiele von *Hedera helix*, *Populus alba* u. a., während *Ficus carica*, *Ricinus communis*, *Viburnum opulus* u. a. die ersten Blattstiele erst am Beginn der zweiten Woche fallen ließen.

Diese Angaben bedürfen der ergänzenden Mitteilung, daß alle in Rede stehenden Versuchsreihen Anfang August angestellt wurden — und zwar im Freien. Zu anderen Jahreszeiten sind die Fristen andere, und in Laboratoriumsluft sind sie kürzer als im Freien. Ebenso wie die Blüten mancher Pflanzen werden auch die Stiele entspreiteter Blätter durch Laboratoriumsluft auffallend schnell zur Ablösung gebracht; die Wirkung der Laboratoriumsluft läßt sich durch absichtlich zugeführte gasförmige Verunreinigungen noch verstärken[1]).

In vielen Beziehungen glaube ich *Coleus* als eine für die experimentelle Behandlung der hier erörterten Frage der Blattstielschütte besonders günstige Spezies bezeichnen zu dürfen. Vor allem handelt es sich bei ihr um Topfpflanzen von mäßigem Umfang, mit welchen sich leicht operieren läßt; ferner aber ist von großer Wichtigkeit der Umstand, daß die entspreiteten Stiele der *Coleus*-Sprosse die

---

1) Vgl. FITTING 1911 a. a. O. — Zu denjenigen Gewächsen, welche auf die Einwirkung von Laboratoriumsluft sehr schnell (d. h. vor Ablauf von 12 Stunden) durch spontanen Zerfall ihrer Sprosse reagieren, indem sie die jüngeren Teile ihrer Achsen in die einzelnen Internodien zerfallen lassen, gehört *Mirabilis jalapa*.

Reaktion in streng akropetaler Richtung fortschreiten lassen, d. h. stets die der ältesten Internodien zuerst abfallen und dann in regelmäßiger Folge die nächst jüngeren. Nicht bei allen Arten erfolgen die Absprünge der entspreiteten Stiele in so regelmäßiger Folge. Bei *Mirabilis jalapa*, bei *Datisca cannabina* u. a. beobachtete ich, daß die Blattstiele an den oberen Teilen der Sprosse, an welchen sich bereits Blüten finden, leichter abfallen, als an den unteren rein vegetativen Abschnitten der Pflanze. Bei noch anderen Gewächsen spielen unkontrollierbare individuelle Eigentümlichkeiten der Internodien, d. h. von einem Blattstiel zum andern nach unbekannten Gesetzen wechselnde Faktoren offenbar eine große Rolle, sodaß das Abspringen der entspreiteten Stiele in ganz unregelmäßiger Reihenfolge vor sich gehen kann (Beobachtung an *Polygonum cuspidatum*, *Populus alba* u. a.). Auch bei *Acer pseudoplatanus* wird die akropetale Folge oft sehr auffällig gestört; manche Beobachtungen lassen mich vermuten, daß Belichtungsverhältnisse beim Bergahorn einen entscheidenden Einfluß haben; doch wurde diesen Erfahrungen nicht weiter nachgegangen.

Einen weiteren Vorteil, den das Arbeiten mit *Coleus*pflanzen gewährt, finde ich darin, daß die Stiele entspreiteter Blätter unter geeigneten Bedingungen, wie sie in feuchter Gewächshausatmosphäre verwirklicht zu sein pflegen, sehr bald — 12 Stunden bis wenige Tage nach der Operation — abfallen. Während bei manchen anderen Pflanzen bei kurzfristigen Versuchen die Loslösung der Stiele nur an den älteren Teilen der Sprosse beobachtet werden kann, und selbst in ansehnlicher Entfernung vom Vegetationspunkt des Hauptsprosses die Abtrennung aufhört bzw. beträchtliche Verlangsamung erfährt, schreitet bei *Coleus hybridus* die Erscheinung bis zu den jüngsten Internodien vor.

Diesen und anderen vorteilhaften Eigenschaften steht erschwerend der Umstand gegenüber, daß die als *Coleus hybridus* gezüchteten Exemplare außerordentlich verschiedenartig sind, und daß die Unterschiede, die in der Größe, der Nervatur und namentlich der Farbe der Spreiten ihren sinnfälligsten Ausdruck finden, auch in der Leichtigkeit und Schnelligkeit, mit welcher die Stiele entspreiteter Blätter abgeschüttet werden, sich bekundet.

Beim Vergleich verschiedenfarbiger Exemplare konnte ich feststellen, daß anthocyanreiche Pflanzen ihre Blattstiele im allgemeinen länger festhalten als anthocyanfreie. Bei grünen (bzw. weiß-grünen) Individuen sah ich die Stiele binnen 24 oder zweimal 24 Stunden unter denselben Bedingungen abfallen, unter welchen manche rote Exemplare sie 3, 4, 5 Tage oder noch länger festhalten. Bei den nachfolgenden Berichten über die Ergebnisse meiner Versuche wird daher oft ein Hinweis auf die verwendete Form angebracht sein. Allerdings werden diese Hinweise bis zu einem gewissen Grade durch den Umstand entwertet, daß die angeführten Beziehungen zwischen dem Anthocyanreichtum der betreffenden Varietät und der bis zur Blattstielablösung verstreichenden Frist nur eine Regel darstellen, und Ausnahmen von ihr nicht gerade selten zu sein scheinen.

Wodurch wird die Entfernung der Spreiten bei unsern Versuchen wirksam, und welche Veränderungen ruft die Operation in den Stielen oder den Achsen hervor, die ihrerseits zur Abtrennung des entspreiteten Stieles führen?

Die Spreite ist der Hauptsitz der Assimilationstätigkeit und gleichzeitig ein außerordentlich stark transpirierendes Gebilde. Es liegt nahe, die Vorgänge der Stielablösung in kausalem Zusammenhang mit den Wirkungen zu vermuten, welche die Sistierung der Assimilations- oder der Transpirationstätigkeit hat. —

I. Die Beziehungen des Blattstielfalles zur Assimilationstätigkeit der Spreite lassen sich leicht prüfen: Verdunkelung der Spreiten ruft keineswegs die schnelle Ablösung der Stiele hervor, die auf Entspreitung folgt. Wir dürfen folgern, daß bei den Wirkungen der Entspreitung der Ausfall der Assimilationstätigkeit nicht der entscheidende Faktor ist.

1. Verdunklung der Blattspreiten wurde erzielt, indem die Spreiten in schwarze Papiertaschen geschoben wurden. An mehreren Exemplaren wurde nur je eine Spreite der Blattpaare verdunkelt und das gegenüberstehende Blatt entspreitet. Während die spreitenlosen Stiele nach zwei oder drei Tagen sich ablösten, blieben die verdunkelten Blätter fest haften. An einem Exemplar sah ich verdunkelte Blätter nach acht Tagen sich ablösen, im übrigen blieben sie aber länger erhalten. Nach 14 Tagen wurden die Versuche, die mit gleichem Ergebnis an verschiedenfarbigen Varietäten angestellt worden waren, abgesetzt.

Noch auf andere Weise und ohne Verdunkelung läßt sich bei unserer Versuchspflanze die Assimilationstätigkeit ausschalten: die aus der üblichen gemischten Samenware hervorgehenden Individuen von *Coleus hybridus* sind fast sämtlich panaschiert: sowohl die anthocyanreichen wie die anthocyanfreien oder -armen Varietäten tragen Spreiten mit einem keilförmigen, nach der Basis des Blattes zu sich verbreiternden chlorophyllfreien oder -armen Feld. Schneidet man die grünen Teile des Blattes ab, so daß nur der blasse keilförmige Binnenteil stehen bleibt, so bleiben die Stiele noch lange mit ihrer Achse in Verbindung.

2. Resektion der grünen Spreitenanteile panaschierter Blätter wurde mit gleichem Ergebnis an Varietäten mit verschiedenem Anthocyangehalt ausgeführt. Die Stiele der operierten Blätter bleiben sehr lange noch an den Achsen haften; nur diejenigen, deren Blattreste der Fäulnis anheimfallen — die blassen Anteile panaschierter Blätter haben gegenüber Fäulniserregern geringere Widerstandsfähigkeit als die grünen Areale — fallen bald ab. Die Stiele der bereits beim Beginn des Versuches alternden Blätter fielen während der Beobachtungsdauer ab. — Nach 14 Tagen wurden die Versuche abgestellt.

II. Wir wenden uns zur Prüfung des Einflusses, den die mit der Entspreitung verbundene Herabsetzung der Transpiration auf den Vorgang des Blattstielfalles hat. Es darf mit Bestimmtheit angenommen werden, daß nach Beseitigung der Spreite der durch die Bündel der Stiele fließende Transpirationsstrom an Intensität ganz erheblich abnimmt, und es wäre vorstellbar, daß die Unterbrechung dieser Durchströmung bzw. ihr Nachlassen Bedingungen zustande kommen läßt, welche die Bildung einer Trennungsschicht am Grunde des Blattstieles veranlassen oder ihre Bildung beschleunigen.

Was geschieht, wenn man die Transpiration herabsetzt und die Intensität des Transpirationsstromes abnehmen läßt, ohne die Blätter zu entspreiten? und was geschieht, wenn man den Transpirationsstrom in den Stielen entspreiteter Blätter fördert?

Herabsetzung der Wasserdampfabgabe seitens unverstümmelter Blätter wurde auf verschiedenen Wegen erreicht.

3. Sproßabschnitte von *Coleus*pflanzen der verschiedensten Art wurden unter Wasser gesetzt. Eine Abtrennung der Blätter trat nicht ein. Das Verhalten der Pflanzen wurde länger als eine Woche beobachtet, bis Fäulnis dem Versuch ein Ende machte.

4. Kräftige *Coleus*pflanzen wurden abgeschnitten, der Spreiten beraubt und in aufrechter Stellung unter Wasser gesetzt. Die Ablösung der entspreiteten Stiele spielt sich unter Wasser erheblich langsamer ab als an der Luft. Bei einem grünweißen Exemplar, dessen Blätter spärlich rot gesprenkelt waren, sah ich den ersten (untersten) Stiel nach drei Tagen, den folgenden nach vier, einen weiteren nach fünf Tagen fallen. Nach sieben Tagen machte Fäulnis dem Versuch ein Ende, noch bevor die übrigen Stiele abgefallen waren. Bei roten Exemplaren hielten sich sämtliche Blattstiele länger als eine Woche. 10 Tage nach Beginn des Versuches wird ein rotes Exemplar aus dem Wasser in Luft versetzt, wonach es seine entspreiteten Stiele binnen wenigen Tagen fallen läßt.

Bei beiden Versuchsserien wird die Möglichkeit zu berücksichtigen sein, daß die Berührung mit Wasser bzw. der Abschluß von Sauerstoff von der Blattstielbasis die Loslösung des Blattes verhinderte oder doch später eintreten ließ, als sie unter normalen

Umständen, d. h. bei den in der Luft befindlichen Internodien nach Entspreitung eintritt. Diese Erwägungen machten folgende Versuchsserien notwendig.

5. Es wurden einige *Coleus*pflanzen in der Weise behandelt, daß nur ihre Spreiten in Wasser getaucht wurden, die Blattstiele aber in der Luft blieben. Bei mehrtägigem Aufenthalt der Spreiten im Wasser traten zuweilen deutliche Verfärbungen der anthocyanreichen Partien ein, die Spreiten blieben aber am Leben, und eine Ablösung unterblieb. Bei einer hellgrünen großblätterigen Varietät (Blätter mit reichlicher Rotsprenkelung) blieben die Spreiten 12 Tage unter Wasser, ohne sich abzulösen. Sie wurden hiernach ihrer Spreiten beraubt. Nach zwei Tagen trat der erwartete Blattfall ein.

6. In den Laboratorien viel geübt wird das Verfahren, durch Bestreichen der Pflanzenorgane mit geschmolzener Cacaobutter die Transpiration herabzusetzen. Die Spreiten von *Coleus*pflanzen der verschiedensten Farbenmischung wurden in dieser Weise behandelt. Alle untersuchten Varietäten verhielten sich insofern übereinstimmend, als die geschmierten Blätter erst spät und wiederholt gleichzeitig mit den nichtbehandelten, in der überwiegenden Mehrzahl aber später als die ungeschmierten fielen. Ferner wurden bei einer Reihe von Pflanzen die Spreiten beschnitten, so daß nur schmale dreieckige Reste erhalten blieben; wenigstens die untersten alternden Blätter schicken sich dann zur Loslösung an. Ich beobachtete an manchen Exemplaren, daß der Abfall der ungeschmierten Blätter 24 Stunden nach der Operation begann, 48 Stunden nach ihr abgeschlossen war, während von den geschmierten erst 48 Stunden nach der Operation die ersten abfielen. Bei andern Exemplaren war der Unterschied ähnlich, machte sich aber erst mehrere Tage nach der Operation bemerkbar. Die Versuche wurden in der feuchten Atmosphäre der Warmhäuser ausgeführt.

Weiterhin wurde versucht, den Einfluß der Wasserdampfabgabe seitens entspreiteter Stiele zu ermitteln.

7. Blattreiche Exemplare mit kräftigen langen Blattstielen wurden entspreitet; die Stiele der operierten Blattpaare wurden in der Weise verschieden behandelt, daß einer der beiden Blattstiele in Reagensgläser eingeführt wurde, der andere in der freien Luft blieb. Die Versuche wurden zum größern Teil im Freien, an einem schattigen und dem Winde zugänglichen Platze mit Varietäten verschiedener Farbmischung ausgeführt. In den Reagensgläsern befand sich ein Bausch feuchter Watte; unten an der Stielbasis wurde die Öffnung des Probierrohres durch trockne Watte verschlossen. Das Ziel der Versuchsanstellung war, die Stiele in feuchte Luft zu bringen, die Stelle aber, an welcher die Trennung erfolgt, in relativ trockner Luft zu lassen. Die Reagensgläser wurden in der Weise fixiert, daß ihr Gewicht nicht an den Stielen lastete.

Die Versuche lieferten nicht übereinstimmende Resultate: in einigen Fällen sah ich die geschützten und ungeschützten Stiele gleichzeitig sich ablösen; in andern Fällen blieben die in feuchter Luft gehaltenen Stiele in deutlich nachweisbarer Weise länger erhalten als die ungeschützten. Auf diesen zuletzt genannten Befund muß ich Wert legen, da er von den Ergebnissen ähnlicher Versuchsserien bestätigt wird.

8. Die Stiele entspreiteter Blätter wurden teils mit schwarzen Papierkäppchen versehen, teils ohne solche in normalen Transpirationsverhältnissen

gelassen. Die Ablösung der geschützten Stiele erfolgt merklich langsamer als die entsprechender ungeschützter. Der Belastung der Stiele durch die Papierkappen Bedeutung beizumessen, liegt keine Veranlassung vor, da in Kontrollversuchen, die mit ungeschützten, aber durch Gewichte belasteten Stielen angestellt wurden, keine Wirkung der mechanischen Belastung erkennbar war.

9. Noch deutlicher war die Wirkung der Bedeckung der Blattstiele bei Verwendung von Staniolkappen: Die Versuchspflanzen — ich benutzte Pflanzen mit hellrotem Blattmittelfeld — liessen deutlich erkennen, daß die ungeschützten Stiele leichter abfallen als die geschützten. Der Zeitunterschied kann auf mehr als 24 Stunden steigen. Stets sah ich bei unbedeckten Stielen die Loslösung auch jüngere Internodien noch erreichen, als bei bedeckten Stielen der Fall ist.

Einige weitere Versuchsserien sollten den Einfluß gesteigerter Transpiration erkennen lassen.

10. Es kamen Exemplare zur Verwendung, die als Stecklinge derselben Mutterpflanze aufgezogen worden waren und hiernach als gleichartig in ihrer Veranlagung betrachtet werden durften. Die Versuche wurden in einem trockenen Kalthaus angestellt. Die Exemplare kamen unter Glasglocken, nachdem Topf und Bodenoberfläche dampfdicht verpackt worden waren — zu je einem wurden stets mehrere Schalen mit Chlorkalzium gestellt. Sehr deutlich war der Effekt bei Verwendung der rasch reagierenden gelbgrünen Exemplare: Die Chlorkalziumexemplare ließen ihre Stiele sämtlich binnen der ersten 2 mal 24 Stunden fallen, während die andern ihre Blätter länger festhielten. Entsprechende Ergebnisse ließen sich mit roten *Coleus*pflanzen erzielen: in der trocknen Luft begann die Loslösung mehrere Tage früher als in der normal feuchten.

11. Es wurde versucht, durch aufgesetzte Gipsklumpen oder -platten die fehlenden Spreiten zu ersetzen und einen künstlichen Transpirationsstrom durch die entspreiteten Stiele fließen zu lassen. Die Versuche wurden mit zahlreichen Individuen verschiedener Färbung im Warmhaus angestellt[1]. Nach den Ergebnissen der oben mitgeteilten Versuche ließ sich erwarten, daß an den mit Gipsblöcken versehenen Stielen infolge der geförderten Transpiration sich eine ähnliche Beschleunigung des Blattstielfalles würde erzielen lassen, wie durch Chlorkalziumbehandlung. Bei meinen Versuchspflanzen trat die Ablösung an den behandelten Blattstielen ebenso schnell und ebenso langsam ein wie an den gipsfrei gebliebenen. In einigen Fällen beobachtete ich sogar eine merkliche Verzögerung des Blattstielfalles um 24 — 2 . 24 Stunden als Folge der Umgipsung der Wunde. Ich muß es hiernach dahingestellt sein lassen, ob der Gipsblock auf die Leitungsbahnen der *Coleus*stiele weniger saugend denn vielmehr als transpirationshemmende Bedeckung gewirkt hat.

12. Durch Bewegung im Raume läßt sich die Transpiration der Pflanzenorgane steigern. *Coleus*stiele wurden nach der Entspreitung mit einem Uhr- und Hebelwerk derart in Verbindung gesetzt, daß an ihnen sanft, aber ständig gerüttelt wurde Diejenigen Stiele, welche keine Bewegungen auszuführen gezwungen wurden, fielen zu gleicher Zeit ab wie die gerüttelten. Zuweilen fiel mir auf, daß der mit dem Uhrwerk verbundene gerüttelte Stiel etwas später sich loslöste als der zu ihm gehörige andere Stiel des nämlichen Blatt-

---

[1] Vgl. WINKLER, H., Botanische Untersuchungen aus Buitenzorg I (Ann. jard. bot. Buitenzorg 1906. **20,** p. 1, 32).

paares, der an den Bewegungen zwar teilnahm, aber keinen mechanischen Deformationen ausgesetzt war. Daß durch mechanische Insulte Vorgänge der Gewebebildung aufgehalten werden können, ist nicht überraschend und auch von anderen Beobachtungen her bereits bekannt[1]).

Die Bedeutung der Transpiration für den Laubfall hat WIESNER durch zahlreiche Beobachtungen dargetan; auch *Coleus* gehört zu denjenigen Gewächsen, bei welchen sich durch Herabsetzung der Transpiration die Loslösung der Laubblätter von ihren Achsen beschleunigen läßt[2]).

Die Tatsache, daß intakte Blätter von *Coleus* in feuchter Luft schneller und reichlicher abfallen als in trockener Luft, näher zu prüfen, gehört nicht mehr zu unserer Aufgabe. Für ihre Beurteilung wichtig ist die Tatsache, daß auch Organe, welchen nicht im entferntesten eine ähnlich intensive Transpirationstätigkeit eigen ist wie den Blattspreiten, in feuchter Luft „abspringen“: beschnittene Kurztriebe von *Populus pyramidalis* fallen in dampfreicher Atmosphäre binnen wenigen Tagen ab[3]): die Wirkung der feuchten Luft liegt hierbei offenbar darin, daß unter ihrem Einfluß an der Trennungsstelle hyperhydrische Gewebe gebildet werden, welche die Abstoßung bewirken. Ebenso liegen die Verhältnisse höchstwahrscheinlich auch bei der spontanen Ablösung vieler intakter Blätter, indem auch bei dieser das wesentliche nicht der schwache Transpirationsstrom oder die allzuschwache Salzversorgung der Spreiten sind, sondern die zu besonderen hypertrophischen Wachstumsleistungen anregende Wasserfülle der Zellen an der Basis des Blattstiels.

Eine andere Frage ist es, ob der nach Resektion der Spreiten eintretende Stielfall eine Folge der herabgesetzten Transpiration und der herabgesetzten Intensität des den Blattstiel durchfließenden Transpirationsstromes ist. Die oben geschilderten Versuche führen mich zu dem Schlusse, daß bei dem von uns beobachteten Vorgang der Blattlösung andere Faktoren die maßgebenden sein müssen.

III. Die Frage, welcher Art diese maßgebenden Faktoren sein mögen, ist vorläufig nicht zu beantworten. Meines Erachtens liegt es am nächsten, an chemische Korrelationen zu denken, welche zwischen Spreite, Stiel und Achse bestehen, und welche durch Beseitigung der Spreite gestört werden. Ob von der Spreite Stoffe gebildet werden, deren Wirkung die Bildung einer Trennungsschicht verhindert, — oder ob vom Stiele oder von der Achse Stoffe geliefert werden, welche die Bildung einer Trennungsschicht veranlassen, aber im jugendlichen, intakten Blatt durch spezifische Leistungen der Spreite unwirksam gemacht werden, — oder ob kompliziertere chemische Beziehungen vorliegen, entzieht sich der Erörterung.

---

[1]) Vgl. J. L. THOUVENIN, Des modifications apportées par une traction longitudinale de la tige (C. R. Acad. de Paris. 1900. **130**, 663).

[2]) Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1904. **2**, 274.

[3]) Vgl. KÜSTER, Pathol Pflanzenanat.. 2. Aufl. 1916, 54.

Auf spezifische Leistungen der Spreite mit unserer Hypothese Bezug zu nehmen, wird durch die Erfahrung nahe gelegt, daß selbst noch kleine Stückchen der Spreite, die weniger als 1 qcm messen, das Blatt noch zu „schützen“ imstande sind: Stiele, an welchen man einen kleinen Spreitenrest stehen läßt, bleiben erhalten, während die gänzlich entspreiteten sehr bald abfallen; allerdings hat sich namentlich deutlich bei grünen bzw. grünweißen Spielarten herausgestellt, daß die Stiele alternder Blätter auch dann, wenn noch kleine Spreitenreste erhalten bleiben, ebenso schnell oder fast ebenso schnell abfallen wie völlig entspreitete (vgl. oben Versuchsserie 6). Bei jugendlichen — wenn auch schon völlig ausgewachsenen — Blättern dagegen bleiben die mit kleinem Spreitenrest ausgestatteten Stiele noch tage- und wochenlang erhalten, selbst dann, wenn — wie wir früher bereits gesehen haben (Serie 2) — der den Stielen gebliebene Spreitenrest zur Photosynthese nicht befähigt ist.

Ähnliche Beobachtungen wie an *Coleus*pflanzen lassen sich auch an Gewächsen anderer Art machen. Nirgends aber ist, soweit meine Erfahrungen reichen, der Unterschied im Verhalten vollkommen und unvollkommen entspreiteter Stiele so sinnfällig, wie bei *Coleus;* entweder sie benötigen eines größeren Spreitenrestes, wenn die Stiele erhalten bleiben sollen, — oder die Frist, um welche der Spreitenrest den Stiel noch zu erhalten vermag, fällt geringer aus (Versuche an *Impatiens parviflora,* dessen Blätter ziemlich ungleichmäßige Resultate ergeben, VÖCHTINGs Beobachtungen an *Brassica oleracea*[1]).

13. Völlig entspreitete und unvollkommen entspreitete Blätter von *Coleus* verhalten sich prinzipiell verschieden; graduelle Unterschiede sind dann zu beobachten, wenn man die Stiele selbst mehr oder weniger kürzt: je kürzer der Blattstielstummel ist, den man bei der Operation noch übrig läßt, desto eher erfolgt die Ablösung.

14. Um zu ermitteln, ob die Entfernung der Wunde von der Trennungsstelle das Ausschlaggebende ist, wurden lange Blattstiele

---

[1] Vgl. VÖCHTING, H., Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen 1908. 160.

durch Längsschnitte unvollkommen halbiert: die Längsschnittwunden reichten nahe an die Insertionsstelle der Stiele. Eine Beschleunigung des Ablösungsvorganges konnte auf diesem Wege nicht erreicht werden.

Über den Einfluß der Wunde und ihrer Lage auf den Blattfallprozeß gibt auch die nächste Versuchsserie negativen Aufschluß.

15. Die Unterbrechung der Leitungsbahnen wurde in der Weise erreicht, daß in die Blattstiele — ich wählte starke Exemplare mit dicken Stielen — von zwei einander gegenüberliegenden Seiten her keilförmige Einschnitte gemacht oder keilförmige Stücke herausgeschnitten wurden.

Die Stiele verloren hierbei natürlich ihre Tragfähigkeit, deswegen wurden sie bereits vor der Operation durch angebundene hölzerne Leisten geschient. Des kräftigen Wuchses wegen wurden rote Exemplare bevorzugt. Der Vergleich zwischen spreitenlosen Stielen und Blättern mit geschnittenen Stielen wurde in der Weise möglich gemacht, daß die Blätter eines Paares verschieden behandelt wurden: die spreitenlosen Stiele fielen an meinen Versuchspflanzen zwei bis drei Tage nach der Operation ab, während die Blätter mit geschnittenen und geschienten Stielen ganz erheblich länger — größtenteils bis zum Ende der Beobachtungszeit d. h. 10 Tage nach der Operation — fest an der Achse haften blieben.

Bei einigen Blättern verfuhr ich derart, daß ich sie 8—10 Tage nach der Schnittoperation ihrer Spreite beraubte: einer der Stiele löste sich bereits einen halben Tag nach dieser zweiten Operation ab, ein anderer einen weiteren halben Tag später, andere folgten am 2. und 3. Tag.

Grüne bzw. gelbgrüne Exemplare ließen minder deutliche Gesetzmäßigkeit in dem Verhalten der geschnittenen Blattstiele erkennen.

16. Durch Pfropfung das Verhalten entspreiteter Stiele zu beeinflussen, gelang nicht: es wurden auf kräftige Stielstummel die abgeschnittenen Blätter desselben Exemplars, fremde Blätter oder Sproßspitzen der gleichen Varietät aufgepfropft. Der Loslösungsprozeß wurde durch diese Maßnahmen nicht verzögert.

Über die Eigenschaften der Stoffe, welche die Annahme der erörterten chemischen Korrelationen voraussetzt, geben die Versuche nur negativen Aufschluß: die hypothetischen Stoffe sind nicht identisch mit den überall an Wunden lebender Pflanzenorgane entstehenden, deren Bedeutung für die Bildung abnormer Gewebe nicht gering zu sein scheint[1]) — und ferner, ihre Wirkung ist nicht an das Vorhandensein intakter Leitungsbahnen gebunden. Schließlich: sie sind auch da noch wirksam, wo bereits tagelang keine Photosynthese hat stattfinden können. — Die negativen Ergebnisse der 16. Versuchsserie wage ich nicht zu Folgerungen zu verwerten, obwohl die Versuche in mehreren Jahren unter verschiedenen Umständen — im Kieler und im Bonner Botanischen Garten — mit gleichem Resultat ausgeführt wurden.

Bonn, November 1915.

---

[1]) **Küster**, 1906 a. a. O., 383.

18. Harald Kylin: Über den Bau der Spermatozoiden der Fucaceen.

(Mit Taf. II)

(Eingegangen am 23. März 1916.)

Die ältesten Angaben über den Bau der Spermatozoiden der Fucaceen sind von THURET[1]) gegeben worden; er bildet sie als kleine, oval-spindelförmige Körperchen ab, die mit einem gefärbten (orangefarbigen) Fleck und zwei Geißeln, die längere nach hinten, die kürzere nach vorn gerichtet, versehen sind.

Angaben über den feineren Bau der Spermatozoiden finden wir zum ersten Mal bei BEHRENS[2]). Nach diesem Forscher sollen die Spermatozoiden einen verhältnismäßig großen Kern besitzen, der mit einem aus Plasma bestehenden Mantel umgeben ist. STRASBURGER[3]) schließt sich dieser Meinung an, indem er behauptet, daß der Kern die Hauptmasse des Spermatozoids bilde.

Eine ganz andere Meinung wird von GUIGNARD[4]) vertreten. Er betont gegen BEHRENS, daß das Volumen des Protoplasmas demjenigen des Kerns beinahe gleich ist. Er liefert auch Abbildungen von reifen Spermatozoiden, an denen man einen relativ sehr großen birnförmigen Zellkörper sieht, in dessen dickerem Ende ein kleiner runder Kern liegt. Nach den Abbildungen zu urteilen, ist aber das Volumen des Protoplasmas etwa fünfmal so groß wie dasjenige des Kerns. Vor dem Kern sieht man in den Abbildungen von GUIGNARD den kleinen ovalen Augenfleck und dort, wo dieser sich befindet, sind die zwei Geißeln befestigt.

Eine dritte Auffassung über den Bau der Spermatozoiden der Fucaceen ist von RETZIUS[5]) dargestellt worden. Er behauptet, daß der von GUIGNARD als protoplasmatischer Zellkörper aufgefaßte, verhältnismäßig große, birnförmige Körper der Kern sei, welcher nur von einem äußerst dünnen Plasmamantel umgeben wäre. Der von GUIGNARD beschriebene kleine runde Kern liegt nach RETZIUS nicht in dem birnförmigen Körper, sondern auswendig an dessen Seite und gehört zum Plasmamantel. Weiter sei er auch nicht ein rundes, zusammenhängendes Körperchen, habe nicht die Gestalt und das Aussehen eines Zellkerns, sondern bestehe aus abgesonderten, voneinander getrennten runden Körnchen, die in der Regel zu vieren vorhanden seien. Sie ähneln nach RETZIUS in ganz auffallender Weise den Gebilden, die in den Spermien der niederen Tiere z. B. der Würmer und vieler Mollusken vorkommen, und die von RETZIUS als Nebenkernorgane beschrieben worden sind. Vor diesen Nebenkernorganen befindet sich der schon von älteren Forschern beschriebene Augenfleck oder Chromatophor, welcher auch außerhalb des birnförmigen Körpers, im Plasmamantel, liegt.

---

[1]) THURET, G., Recherches sur la fécondation des Fucacées. — Annales des sc. nat., Botanique, S. 4, T. 2, Paris 1854.

THURET, G. und BORNET, E., Études phycologiques, Paris 1878.

[2]) BEHRENS, J., Beitrag zur Kenntnis der Befruchtungsvorgänge bei *Fucus vesiculosus* — Ber. der Deutsch. Bot. Ges., Bd. 4, Berlin 1886.

[3]) STRASBURGER, E., Kernteilung und Befruchtung bei *Fucus* — Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 30, Berlin 1897.

[4]) GUIGNARD, L., Développement et constitution des anthérozoïdes. — Revue gén. de botanique, T. 1, Paris 1889.

[5]) RETZIUS, G., Über die Spermien der Fucaceen. — Archiv för Botanik, Bd. 5, Stockholm 1906. Auch in Biologischen Untersuchungen von Prof. Dr. GUSTAF RETZIUS, N. F., Bd. 13, Stockholm 1906.

Wie man findet, gehen die Ansichten über den Bau der Spermatozoiden der Fucaceen sehr weit auseinander, und besonders ist es die Frage: „was ist Kern und was ist Protoplasma?", die von verschiedenen Forschern sehr verschieden beantwortet worden ist; diese Frage ist es auch, die uns in den folgenden Zeilen in erster Linie beschäftigen wird.

Beim Durchlesen der einschlägigen Literatur findet man aber, daß es über die spätesten Entwicklungsphasen der Spermatozoiden der Fucaceen überhaupt keine Angaben gibt, und um diesem Mangel einigermaßen abzuhelfen, werde ich auch die Entwicklung derselben mit einigen Worten besprechen. Bei meinen Untersuchungen habe ich teils lebendes, teils fixiertes Material von *Fucus serratus* benutzt, und werde zuerst mitteilen, was man bei der Untersuchung an lebendem Material beobachten kann.

In dem jungen Antheridium (Taf. II, Abb. 1) findet man einen verhältnismäßig großen Kern, der durch sein homogenes Aussehen sich sehr gut von dem Protoplasma unterscheiden läßt. Im Kern sieht man ein dunkles Körperchen, den Nukleolus, übrigens sieht der Kern vollkommen homogen aus. Das Protoplasma zeigt eine schöne Wabenstruktur, und im Protoplasma eingebettet findet man einige Chromatophoren, die sich in der Nähe des Kerns befinden, und deren Farbe schwach gelbgrün ist. Außerdem sind einige stark lichtbrechende Körperchen vorhanden, die im Protoplasma zerstreut liegen. Die mikrochemische Untersuchung hat dargetan, daß einige dieser Körperchen Fucosanblasen darstellen, andere dagegen Fetttröpfchen sind¹).

Der Kern vermehrt sich durch wiederholte Teilungen und schließlich sind 64 Kerne vorhanden. Im 2- und 4-Kernstadium kann man noch die schwach gefärbten Chromatophoren beobachten, im 8-Kernstadium treten sie aber nur selten hervor. Sie haben ihre Farbe verloren und sind jetzt als Leucoplasten vorhanden. Im 64-Kernstadium werden sie wieder gefärbt, und treten dann zuerst als sehr kleine Körnchen auf, deren Farbe anfangs schwach gelblich, bisweilen mit einem Stich ins Gelbgrün, ist. Die Farbe wird aber bald stärker und geht ins Orangegelb bis Orange über. Die Zahl der Chromatophoren hat sich gleichzeitig mit derjenigen der Kerne vergrößert, und im 64-Kernstadium findet man, daß ein Kern und ein Chromatophor sich zusammenpaaren. Die Chromatophoren wachsen und bilden schließlich runde bis schwach ovale Scheiben, die auf der dem Kern zugekehrten Seite konkav sind. Sie sind jetzt stark orangefarbig und stellen den sogenannten Augenfleck des Spermatozoids dar.

Die Kerne sind durch ihr homogenes Aussehen immer sehr deutlich vom Protoplasma zu unterscheiden. Im 8-Kernstadium (Taf. II, Abb. 2) kann man noch die Nukleolen beobachten, von da ab ist dies aber nicht mehr möglich. Das Protoplasma besitzt noch im 32-Kernstadium eine Wabenstruktur; diese tritt aber jetzt nicht so schön hervor wie in den früheren Stadien, und zwar wegen der großen Anzahl der Kerne.

Die Zahl der Inhaltskörper hat sich auch vergrößert, und im 64-Kernstadium (Taf. II, Abb. 3) beobachtet man eine große Menge Fucosanblasen und Fetttröpfchen.

Im 64-Kernstadium beobachtet man, daß große Veränderungen in den Antheridien vonstatten gehen. Das Auftreten und Wachstum der Chromatophoren ist schon oben erwähnt worden. Die Kerne werden mit einem eigentümlichen Ring umgeben, und im Zusammenhang mit dem Auftreten dieses Ringes steht das Verschwinden der Wabenstruktur des Protoplasmas. Der Ring, der je nach der Einstellung der Mikrometerschraube dunkler oder heller als der Kern erscheint, sieht vollkommen homogen aus, und zwar stellt er das Protoplasma des künftigen Spermatozoides dar, welches sich um den Kern herum zu differenzieren beginnt.

Wie wir schon durch die Untersuchungen von THURET wissen, werden die reifen Spermatozoiden nicht vereinzelt aus dem Anthe-

---

1) KYLIN, H., Über die Inhaltskörper der Fucoideen. — Archiv för Botanik, Bd. 11, Stockholm 1912.

ridium einer *Fucus*-Art entlassen, sondern sie treten, von der inneren Zellwandschicht des Antheridiums umschlossen, aus der Konzeptakelmündung heraus. Die Entlassung der Spermatozoiden aus dieser Hülle läßt sich unter dem Mikroskop leicht verfolgen. Die Hülle öffnet sich an dem einen Ende, seltener an beiden, und die Spermatozoiden treten durch das Loch heraus. Bei rascher Entlassung liegen sie eine Weile unbeweglich vor der Öffnung. Wie die Untersuchung an fixiertem Material gezeigt hat, sind die Spermatozoiden in diesem Stadium von einer dünnen Plasmamembran umgeben, und diese Membran schließt außer dem Spermatozoid auch einige Überbleibsel von Fucosanblasen und Fetttröpfchen ein, die in unmittelbarer Nähe des Chromatophors liegen und als stark lichtbrechende Körnchen erscheinen. Die Plasmamembran wird durchbrochen und das Spermatozoid wird frei, die kleineren Körnchen können aber an ihm sitzen bleiben, und werden erst allmählich durch die Bewegungen entfernt.

Das freie Spermatozoid ist birnförmig, 2,3—2,5 μ breit und 4—5 μ lang. Es besitzt einen stark orangefarbigen Chromatophor, den sogenannten Augenfleck, und an diesem sind die beiden Geißeln befestigt, die hintere etwa doppelt so lang als die vordere (vgl. die Abb. Taf. II, Abb. 8—9). Mehr läßt sich an den lebenden Spermatozoiden kaum sicher feststellen. Bisweilen scheint es aber, als ob der Körper des Spermatozoides zwei Substanzen enthielte, die sich in bezug auf ihre Lichtbrechungsverhältnisse unterscheiden. Die eine nimmt die zentraleren Teile ein, die andere umschließt diese Teile nebst dem Chromatophor als eine dünne Schicht, und bildet außerdem den zugespitzten Teil des Spermatozoidenkörpers. Es ist aber nötig, fixiertes und gefärbtes Material zu verwenden, um diese beiden Substanzen studieren zu können.

Um die Einzelheiten in der Entwicklung der Spermatozoiden noch weiter zu verfolgen, muß man Präparate benutzen, die auf die für cytologische Zwecke gewöhnliche Weise dargestellt worden sind. Als Fixierungsflüssigkeit habe ich die schwächere FLEMMINGsche Mischung verwendet. Die Präparate sind mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIM gefärbt, wobei eine Nachfärbung mit Lichtgrün oder Eosin sich als sehr wertvoll erwiesen hat.

Über die Kernteilungen in den Antheridien einer *Fucus*-Art (*Fucus vesiculosus*) sind wir durch die Untersuchung von YAMANOUCHI[1]) sehr gut unterrichtet, und brauche ich deshalb nur auf seine Arbeit hinzuweisen. Ich möchte nur erwähnen, daß die erste

---

[1]) YAMANOUCHI, S., Mitosis in Fucus. — Bot. Gazette, Vol. 47, Chicago 1909.

Teilung eine Reduktionsteilung ist, und daß es 32 haploide Chromosomen gibt.

Sobald wir im Antheridium 32 Kerne bekommen haben, beginnen Plasmamembranen zwischen den verschiedenen Kernen aufzutreten und es entstehen also im Antheridium 32 Zellen, jede Zelle mit einem Kern (Tafel II, Abb. 4). Eine solche Zellbildung ist schon von YAMANOUCHI inbezug auf *Fucus vesiculosus* nachgewiesen worden.

Nach der letzten Kern- und Zellteilung sind im Antheridium 64 Zellen vorhanden; jede Zelle besitzt einen Kern, der im Durchmesser 2,1—2,3 μ groß ist (Taf. II, Abb. 5). Die Zellen sind durch zarte Protoplasmamembranen voneinander getrennt. Im Kern findet man unmittelbar nach der letzten Kernteilung eine ziemlich reichliche Chromatinmenge; der Nukleolus tritt aber im allgemeinen nicht deutlich hervor.

In jeder dieser 64 Zellen wird ein Spermatozoid gebildet. Die Zellen stellen also die Mutterzellen der Spermatozoiden dar. Während der Entwicklung der Spermatozoiden treten besondere Veränderungen sowohl im Kern wie im Plasma hervor.

In bezug auf den Kern beobachtet man, daß er immer ärmer an Chromatin wird, und im Kerne des reifen Spermatozoids findet man nur einige vereinzelte Chromatinkörnchen. Ein etwas größeres Körnchen in der Mitte des Kerns stellt wohl den Nukleolus dar (Tafel II, Abb. 10—12).

Gleichzeitig mit den oben erwähnten Veränderungen im Kerne beobachtet man, daß sich eine besondere Protoplasmaschicht um den Kern herum auszubilden beginnt. Diese Schicht färbt sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark, und in den Präparaten scheint es, als ob der Kern mit einem schwarzen Ring umgeben wäre (Taf. II, Abb. 6). Am lebenden Material beobachtet man in diesem Stadium ebenfalls, daß der Kern mit einem besonderen Ring umgeben ist (vgl. oben). Die Chromatophoren treten jetzt in den mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten als schwarze Pünktchen hervor. Die Fucosanblasen erscheinen als graue Körperchen. Vom Eisenhämatoxylin werden sie nicht gefärbt, sie sind aber von der Osmiumsäure der Fixierungsflüssigkeit geschwärzt worden. Im allgemeinen habe ich meine Präparate mit Wasserstoffsuperoxyd behandelt, um das Osmium aus den Fucosanblasen herauszulösen, und die Blasen treten dann nicht hervor. Die Fetttröpfchen sind selbstverständlich während der Behandlung der Präparate herausgelöst worden.

In den Mutterzellen der Spermatozoiden finden demnach folgende Veränderungen statt: Die Chromatinmenge des Kerns wird vermindert, eine besondere Plasmaschicht differenziert sich um den Kern herum und der Chromatophor wird vergrößert.

Der Kern liegt anfangs in der Mitte der Spermatozoidenmutterzelle, wird aber bald seitlich verschoben, wodurch die Hauptmenge des Plasmas an einer Stelle angesammelt wird. In dieser Plasmaansammlung bildet sich der Chromatophor aus. Er liegt zuerst frei in dieser Plasmaansammlung, nähert sich aber bald dem Kern und wird schließlich in die Plasmaschicht eingebettet, welche sich um den Kern bildet. Der Kern ist anfangs rund, nimmt aber nach und nach eine ovale bis schwach eiförmige Gestalt an (Taf. II, Abb. 7), und mit dieser Formveränderung des Kerns ist auch die Form des künftigen Spermatozoids gegeben, das noch immer in seiner Mutterzelle eingeschlossen liegt. — In den Präparaten erscheinen die Mutterzellen abgerundet und von einander getrennt. Dies ist aber wahrscheinlich eine Einwirkung der Fixierungsflüssigkeiten.

Der Kern des reifen Spermatozoids ist oval und beträgt 2,0—2,2 μ in der Breite und 2,4—2,6 μ in der Länge. Er ist sehr inhaltsarm; man beobachtet nur einige wenige Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin schwarz färben. Er ist mit einer dünnen Plasmaschicht umgeben, die sich mit Eisenhämatoxylin stark färbt. Die schnabelförmige Verlängerung des Spermatozoids besteht aus Protoplasma. Im Protoplasma eingebettet liegt der Chromatophor, der sich mit Eisenhämatoxylin intensiv schwarz färbt, viel stärker als das Protoplasma (Taf. II, Abb. 10—12). Das reife Spermatozoid ist 4—5 μ lang und 2,3—2,5 μ breit. Der Kern stellt dem Volumen nach die Hauptmasse des Spermatozoids dar. Außer dem Chromatophor habe ich im Plasma in den mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten keine Körnchen finden können. Bisweilen können die Spermatozoiden zwei Chromatophoren enthalten.

Aus dem oben Angeführten geht demnach hervor, daß ich die von RETZIUS beobachteten Körnchen, das Nebenkernorgan, nicht gefunden habe. Nun ist aber zu bemerken, daß RETZIUS eine ganz andere Untersuchungsmethode verwendet hat. Er hat die Spermatozoiden mit Osmiumsäure fixiert, dann mit Rosanilin gefärbt und in Kaliumacetatlösung eingelegt. Diese Methode habe ich deshalb benutzt, um das Nebenkernorgan zu studieren, ich muß aber gestehen, ich habe das Nebenkernorgan nicht finden können.

Es ist schon oben erwähnt, daß man in den reifen Spermatozoidenmutterzellen einige Überbleibsel von Fucosankörnchen und Fetttröpfchen findet, und zwar liegen diese in der Nähe des Chromatophors, und also gerade da, wo RETZIUS das Nebenkernorgan gefunden hat. Und wenn man die von RETZIUS gegebenen Abbildungen beobachtet, kann man sich des Gedankens nicht ganz erwehren, daß das Nebenkernorgan der Spermatozoiden der Fucaceen solche Überbleibsel darstelle. RETZIUS schreibt inbezug auf die Körnchen des Nebenkernorgans: „Eigentlich nimmt nur ihr Plasma diese stärkere Farbe (beim Färben mit Rosanilin) an, während ihr Inneres mehr glänzend und weniger gefärbt erscheint.“ Diese Worte deuten eben auf Fucosankörnchen hin.

Mehrmals habe ich beobachten können, daß die nach der Methode von RETZIUS behandelten Spermatozoiden in ihrer Plasmaschicht keine Körnchen enthalten. Bisweilen scheint es aber, als ob in der Plasmaschicht, die den Chromatophor umgibt, einige Körnchen vorhanden wären. Es ist aber immer eine sehr schwierige Aufgabe, mit Sicherheit zu entscheiden, ob die Körnchen wirklich innerhalb der Plasmaschicht liegen, oder ob sie nur außerhalb dieser Schicht angeheftet sitzen. Soviel scheint mir aber jedenfalls sicher, daß diese Körnchen keinen notwendigen Bestandteil des Spermatozoids darstellen und deshalb auch nicht als ein Nebenkernorgan zu bezeichnen sind, das mit den Nebenkernorganen der Spermien der niederen Tiere vergleichbar wäre.

Für den Fall, daß Körnchen in der Plasmaschicht der Spermatozoiden wirklich vorkommen können, möchte ich nur darauf hinweisen, daß Fucosankörnchen für die Zellen der Fucaceen durchaus charakteristisch sind, und daß es mir garnicht ausgeschlossen zu sein scheint, daß solche Körnchen auch in den Spermatozoiden bisweilen vorhanden sein können.

Über die Entstehung der Geißeln habe ich keine Beobachtungen machen können, und zwar deshalb, weil man die Geißeln erst dann sehen kann, wenn sie schon ausgebildet sind und im Begriff sind, sich auszurollen. Inbezug auf die Geißeln schreibt GUIGNARD: „Ils partent l'un et l'autre du point rouge, en deux sens opposés; celui qui correspond au futur bec de l'anthérozoide fait une fois le tour du corps; l'autre, au contraire, en fait deux fois le tour et présentera par conséquent une longeur double.“

Es erübrigt noch, mit einigen Worten die Farbstoffe des Chromatophors zu besprechen. Durch einige Untersuchungen in den letzten Jahren¹) wissen wir, daß in den Chromatophoren der

---

1) KYLIN, H., Über die Farbstoffe der Fucoideen. — Zeitschr. für physiol Chemie, Bd. 82, Straßburg 1912.

WILLSTÄTTER, R. und PAGE, H. J., Über die Pigmente der Braunalgen. — Annalen der Chemie, Bd. 404, Leipzig 1914.

Fucaceen außer Chlorophyll drei gelbe Farbstoffe auftreten, nämlich Karotin, Xanthophyll und Fucoxanthin. In dem stark orangefarbigen Chromatophor des Spermatozoids können wir nur die drei gelben Farbstoffe erwarten. Eine Untersuchung hat aber gezeigt, daß Fucoxanthin fehlt, und daß nur Karotin und Xantophyll vorhanden sein können. Ob wirklich beide vorhanden sind, möge dahingestellt bleiben, es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß die Farbe des Chromatophors hauptsächlich oder vielleicht ausschließlich von Karotin bedingt ist.

Das Fucoxanthin wird von verdünnten Säuren blau bis blaugrün gefärbt, die Farbe des Karotins und Xanthophylls wird aber davon nicht verändert. Läßt man aber Antheridien von *Fucus serratus* mehrere Stunden in verdünnter Salzsäure liegen, so findet man, daß die Farbe der Spermatozoidenchromatophoren nicht verändert wird, die Chromatophoren der assimilierenden Zellen werden aber blaugrün gefärbt. Dieser Versuch zeigt, daß die Chromatophoren der Spermatozoiden kein Fucoxanthin enthalten. Von konzentrierter Schwefelsäure werden sie aber blau gefärbt, was auf das Vorhandensein von Karotin oder Xantophyll hindeutet.

Upsala, Botanisches Institut, im März 1916.

Erklärung der Tafel II.

Abb. 1. Anlage eines Antheridiums.

Abb. 2. 8-Kernstadium des Antheridiums.

Abb. 3. 64-Kernstadium des Antheridiums. Eine Plasmaschicht beginnt sich um die Kerne zu bilden. Die etwas langgestreckten Körnchen sind die Chromatophoren, die übrigen sind Fucosanblasen oder Fetttröpfchen.

Abb. 4. 32-Kernstadium mit beginnender Zellbildung.

Abb. 5. 64-Kernstadium unmittelbar nach der letzten Kernteilung.

Abb. 6—7. Spermatozoidenmutterzellen mit in Entwicklung begriffenen Spermatozoiden.

Abb. 8—9. Spermatozoiden mit Rosanilin gefärbt.

Abb. 10—12. Spermatozoiden mit Eisenhämatoxylin gefärbt. Die Geißeln treten bei dieser Behandlung nicht hervor.

Die Abbildungen 1—3 sind nach lebendem Material gezeichnet.

Alle sind 3000 mal vergrößert.

19. Otto Porsch: Der Nektartropfen von Ephedra campylopoda C. A. Mey.

(Eingegangen am 22. März 1916.)

Als ich im Juli 1910 in Salona für *Ephedra campylopoda* zum erstenmal die Insektenbestäubung und deren Anpassungen nachwies (22), standen mir am natürlichen Standorte die für die Prüfung des Zuckergehaltes des Honigtropfens nötigen Reagentien nicht zur Verfügung. Ich mußte daher damals diese Frage offen lassen. Übrigens war für mich damals der Nachweis des Zuckergehaltes im Nektartropfen angesichts der Sicherstellung der Entomophilie um so mehr eine Nebenfrage, als derselbe schon indirekt aus der Tätigkeit der bestäubenden Insekten hervorging. Denn in phylogenetisch-ökologischer Beziehung waren vor allem folgende Tatsachen ausschlaggebend: 1. Die Ausbildung einer flüssigen Insektenlockspeise in den weiblichen Blüten der zwitterigen und rein weiblichen Blütenstände. 2. Die Stellung der weiblichen Blüten in den zwitterigen Blütenständen. 3. Die Beschaffenheit des Pollens. 4. Die Art der Pollenentleerung. Der Zuckergehalt des Nektartropfens war überdies schon deshalb als sicher anzunehmen, weil die Bestäubung auch durch Insekten erfolgt, welche sonst in den Blüten anderer von ihnen besuchter Pflanzen nur Honig suchen. Ferner wäre ein geringer Zuckergehalt auch bei typischer Windblütigkeit keineswegs auffallend, da die reichliche, von der Befruchtung unabhängige Stärkebildung im Prothallium ein Zuströmen von Zucker in die Samenanlage voraussetzt. Ja, ein gewisser Zuckergehalt im Bestäubungstropfen der windblütigen Vorfahren ist geradezu eine phylogenetische Voraussetzung für das in den entomophilen Gnetales verwirklichte Endstadium.

Im Spätsommer 1913 hatte ich Gelegenheit, noch unmittelbar vor Abschluß der Blütezeit im Wiener botanischen Garten einige zwitterige und rein weibliche Blütenstände unserer Art zu untersuchen. Die geringe Menge des Materiales gestattete mir zwar, bloß einige Reaktionen vorzunehmen. Aber schon diese ergaben ein derart überraschend günstiges Ergebnis, daß es sich lohnt, hievon kurz zu berichten[1]).

---

[1]) Zum ersten Male bloß angedeutet in meiner Arbeit über die Abstammung der Monokotylen etc. (23 S. 587).

Um mit der geringen Menge des zur Verfügung stehenden Materiales möglichst sicher zu gehen, hielt ich mich vorwiegend an die mikrochemisch wohl unzweideutige Phenylhydrazinreaktion von E. FISCHER (8), und zwar nach der von SENFT (26) vorgeschlagenen Modifikation. Die Ausführung derselben ist im vorliegenden Falle ebenso einfach als rasch erledigt. Man nimmt einen Objektträger und berührt mit ihm die Spitze einer gerade sezernierenden Integumentröhre. Es genügt die geringste Spur des Tropfens, um die lebhafteste Zuckerreaktion zu bekommen. Setzt man diesem Tropfen je einen Tropfen von salzsaurem Phenylhydrazin und Natriumazetat, beide in Glyzerin, beide im Verhältnis von 1:10 zu, vermischt dieselben, deckt mit dem Deckglas zu und erwärmt über dem Wasserbade, so ist bereits nach einviertelstündigem Erwärmen die Flüssigkeit im Umkreise des Nektartropfens intensiv zitronengelb gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung ergibt unmittelbar nach dem Erkalten noch keine Osazonkristalle. Nach $2^3/_4$ Stunden fand ich dagegen das ganze Gesichtsfeld von zahllosen Osazonsphaeriten dicht erfüllt. Die Ausscheidung der Kristalle erfolgte aber jedenfalls schon früher, denn ich kam nur aus äußeren Gründen erst nach Ablauf dieser Zeit dazu, die Untersuchung vorzunehmen. Nachmittags vorher nur kalt behandelte Objektträger ergaben am nächsten Morgen ebenfalls massenhaft reichliche Osazonausscheidung. Wendet man statt des SENFTschen Reagens FEHLINGsche Lösung an, so ist beim Erwärmen schon nach wenigen Sekunden die ganze Flüssigkeit von dem reichlichen Niederschlag von Kupferoxydul schmutzig ziegelrot gefärbt. Die erwähnten Reaktionen fallen gleich lebhaft aus ohne Rücksicht darauf, ob man den Tropfen der weiblichen Blüte eines zwitterigen oder eines rein weiblichen Blütenstandes entnimmt. Die Intensität der Reaktionen ist derart auffallend, daß der Nektartropfeu von *Ephedra campylopoda* ein geradezu ideales Praktikumobjekt für die Vornahme der Zuckerreaktionen abgeben würde, wenn er leichter zu beschaffen wäre.

Infolge der Eindeutigkeit der Osazonprobe (Vgl. CZAPEK 7, TUNMANN 31, MOLISCH 19) qualifiziert sich demnach der Nektartropfen von *Ephedra campylopoda* durch seinen auffallenden Zuckerreichtum als unzweideutige Insektenlockspeise. Die Entomophilie der *Ephedra* „Blume“ findet mithin auch im Chemismus der weiblichen Blüte ihre Parallele. Die chemische Anpassung liegt hier nicht im Zuckergehalt überhaupt, sondern im Zuckerreichtum des Nektartropfens. Denn wie oben erwähnt, ist auch im Bestäubungstropfen der rein windblütigen Vorfahren ein gewisser Zuckergehalt zu erwarten. Erst die durch das Insekt als Selektionsfaktor bedingte Steigerung des Zuckergehaltes dürfte Hand in Hand mit den übrigen morphologischen Veränderungen zu dem nunmehr vorliegenden Endstadium geführt haben, das wir gegenwärtig mit Recht als Anpassung bezeichnen dürfen.

Angesichts dessen entsteht die Frage: Wie verhalten sich bezüglich des Zuckergehaltes des Mikropylartropfens die übrigen Gnetales und wie verhalten sich im Gegensatz hiezu die typisch windblütigen Gymnospermen? Obwohl die Gymnospermen im letzten Dezennium in anatomischer, zytologischer und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung sehr eingehend untersucht wurden, finden sich über die chemische Natur des Bestäubungstropfens leider nur sehr spärliche Angaben vor. Denn die Mehrzahl der Untersuchungen stützt sich ausschließlich auf fixiertes Material.

Ephedra: JACCARD (11 S. 28) fand bei *E. helvetica* überhaupt nur sehr ausnahmsweise einen Bestäubungstropfen. Dagegen gibt er an, daß die Blütenknospen an der Spitze ihrer Brakteen zuckerhaltige Flüssigkeit ausscheiden, welche Insekten anlockt, die aber mit der Bestäubung nichts zu tun haben. Diese Angabe bedarf übrigens dringend kritischer Nachuntersuchung. STRASBURGER (28 S. 270) und KIRCHNER (14 S. 341, 342) beschränken sich auf die Mitteilung, daß der Tropfen farblos sei; letzterer hält aber auf Grund der Pollenbeschaffenheit die Windblütigkeit nicht für wahrscheinlich. In seiner jüngst erschienenen Arbeit über dieselbe Art berichtet SIGRIANSKI (27 S. 47), daß sich die Pollenkammer vor der Bestäubung mit einem Schleim füllt, welcher mit dem Schleim übereinstimmt, der die Zwischenräume zwischen den Halszellen der Archegonien ausfüllt. Ebenso geben THODAY (SYKES) und BERRIDGE (29 S. 964, 968) an, daß bei *E. distachya* und *E. altissima* kurz vor Befruchtung in der Integumentröhre ein Schleim auftritt, der später zu einer soliden Masse erhärtet, welche die Spitze der Integumentröhre verschließt und die Röhre innen nach abwärts als dicker Schleimbelag auskleidet. BERRIDGE und SANDAY (2 S 131) halten *E. distachya* für windblütig, wenn auch gelegentlich eine Bestäubung der Samenanlagen durch Insekten erfolgt. Innerhalb der Gattung *Ephedra* wurde also bis jetzt bloß für die regelmäßig zwitterblütige und entomophile *E. campylopoda* nicht nur Zuckergehalt, sondern auffallender Zuckerreichtum im Mikropylartropfen nachgewiesen[1]).

---

[1]) Die Arbeit von F. CAVARA und G. ROGASI (5) stand mir leider nicht zur Verfügung.

Gnetum: Für die von ihm untersuchten *Gnetum*-Arten gab bereits KARSTEN (12 S 213) an, daß der Bestäubungstropfen stark zuckerhältig sei „wie der Geschmack und der überaus reichliche Ameisenbesuch beweisen“. Er vermutete auch schon, daß die Pollenübertragung eher durch Insekten als durch den Wind erfolge. In seiner zweiten Arbeit (13 S. 349) wiederholt er für *G. gnemon* die Angaben über den Zuckerreichtum des Mikropylartropfens, welcher sowohl an den fertilen als an den sterilen weiblichen Blüten der zwitterigen Infloreszenzen zur Ausscheidung gelangt. Ihrer Funktion nach hält er die Tröpfchen bereits für „Nektarien“. Er vermutet überdies, daß die normalen Bestäuber fliegende Insekten seien, da nach seiner Ansicht die die Tropfen begierig aufleckenden Ameisen zur Bestäubung wenig geeignet seien. Diese Befunde KARSTENs sind für unsere Frage um so wichtiger, als, obwohl sich der Autor auf keine mikrochemischen Reaktionen stützt, aus innen nicht nur der Zuckergehalt, sondern aus ihnen auch der Zuckerreichtum des Tropfens hervorgeht. Denn bei der Kleinheit des Tröpfchens setzt die Empfindung des Zuckers durch die menschliche Zunge schon einen relativ hohen perzentuellen Zuckergehalt voraus. Hierfür spricht überdies das Verhalten der zuckerlüsternen Ameisen.

BECCARI (1 S. 93, 94) und LOTSY (17 S. 94) beschränken sich auf die Angabe der Tropfenausscheidung. Beide halten den Tropfen für eine Einrichtung, welche im Dienste der Windblütigkeit steht, obwohl LOTSY zugibt, daß bei der Bestäubung auch Insekten eine Rolle spielen dürften. Innerhalb der Gattung *Gnetum* erscheint mithin der Zuckerreichtum des Bestäubungstropfens vor allem für eine zwitterblütige Art unzweideutig erbracht.

Welwitschia: Besser steht es mit den Angaben über *Welwitschia*. Während noch STRASBURGER (28 S. 271, 273) die Pflanze für windblütig hielt, vermutete schon HOOKER (10 S. 31), daß die Bestäubung durch Insekten erfolge. Erst die Untersuchungen PEARSONs haben ihre Entomophilie über jeden Zweifel erhoben, obwohl PEARSON den Vorgang der Pollenübertragung selbst nicht direkt beobachten konnte. Im Dienste der Entomophilie steht nach PEARSON nicht nur der Gesamtbau der Infloreszenzen und die Farbe der Brakteen, sondern vor allem die auffallende Klebrigkeit des Pollens, welche jede Übertragung desselben durch den Wind ausschließt. Der Pollen ist so klebrig, daß er sehr leicht auf dem Finger oder einem Bleistift bei Berührung haften bleibt. Überdies ist der Eingang in die Mikropyle derart eng, daß auch schon dadurch Windbestäubung äußerst erschwert wäre. Gegen diese spricht überdies die außerordentlich große Zahl von Pollenkörnern, welche an der Spitze des Nuzellus und in der Integumentröhre zur Zeit der Bestäubung angetroffen werden. Um diese Zeit werden die Blütenstände beider Geschlechter von ganzen Schwärmen kleiner, geflügelter Insekten umschwärmt, welche PEARSON leider nicht einzufangen gelang, um ihre systematische Stellung zu bestimmen. Wahrscheinlich handelt es sich um kleine Fliegen oder eventuell kleine Apiden. Ersteres halte ich für wahrscheinlicher. Auf jeden Fall dürften diese die eigentlichen Bestäuber darstellen, keineswegs jedoch die auf der Pflanze häufige Wanze Odontopus sexpunctulatus. Mit Recht betont PEARSON in seiner ersten Mitteilung, daß dieses Insekt die Pflanze bloß als Parasit verwüstet, mit ihrer Bestäubung aber nichts zu tun hat. Auch die mikroskopische Untersuchung der Wanze ergab keinen anhaftenden Pollen. In seiner zweiten Mitteilung (21 S. 343) finden sich bezüglich des Nektartropfens folgende Angaben vor. Die Sekretion erfolgt in den Zellen der innersten Integumentschicht und der Mikropyle sowie jenen der äußersten Schichten der Nuzellusspitze. Die erwähnten Zellschichten zeichnen sich durch besondere Zellgröße aus und geben mit FEHLINGscher Lösung selbst bei trockenem Materiale eine auffallend reiche Rohrzuckerreaktion. Aber auch tiefere Zellschichten des Nuzellus dürften nach PEARSON (21 Fußn. S. 343) an der Zuckerreaktion beteiligt sein. Dabei geht die Abscheidung von Zucker Hand in Hand mit der Entleerung der Stärke in den hypodermalen Zellschichten des Nuzellus. Die Ausscheidung des Tropfens beginnt nach Sonnenaufgang und hört bald nach, wenn nicht noch vor Sonnenuntergang auf. Wie lange die Samenanlage den Nektartropfen ausscheiden kann, konnte er nicht feststellen; doch dauert die Ausscheidung nach ihm sicherlich zwei bis drei Tage an. Merkwürdigerweise gibt PEARSON in seiner zweiten Mitteilung (21 S. 343) ohne jede Begründung im Gegensatz zu seiner ersten Mitteilung Odontopus sexpunctulatus als Bestäuber an, eine Ansicht, welche überdies viel früher schon von SCHINZ (24 S. 8) vermutungsweise geäußert wurde. (Daselbst weitere Literatur.)

Die auf unsere Frage bezüglichen Ergebnisse über die Gnetales lassen sich mithin kurz dahin zusammenfassen: In vollem Einklange mit den übrigen entomophilen Anpassungen der Gnetales findet sich bei zwitterblütigen Vertretern sämtlicher drei Gattungen auffallender Zuckerreichtum in dem dadurch zum Nektartropfen gewordenen Bestäubungstropfen vor. Auch der mikrochemische Befund spricht mithin zugunsten der ökologischen Voraussetzungen für den WETTSTEINschen Gedankengang der Entstehung der Angiospermenblüte (32 S. 478ff.). Nur liefert hier die in die männliche Infloreszenz hineinverlegte weibliche Blüte selbst schon das Nektarium.

Ein Schritt in der Richtung zur Zwitterblüte der Angiospermen ist getan, aber damit zugleich eine Problemlösung gegeben, welche nur eine Sackgasse darstellt. Denn der von den Gnetales selbst in ihren bestangepaßten bekannten entomophilen Vertretern, *Ephedra campylopoda* und *Welwitschia* betretene Weg ist keiner Weiterentwicklung fähig, solange der ehemalige Bestäubungstropfen als Nektarquelle herangezogen wird. Es lohnt sich, diesen Gedanken näher klar zu legen, weil er, wie ich glaube, zum ökologischen Verständnis der Gattungen *Ephedra* und *Gnetum* beiträgt.

Die Nektarausscheidung auf der Spitze der zentralen weiblichen Blüte, also im höchsten Mittelpunkte der „Blume“, bedingt noch keine gesetzmäßige Pollenübertragung auf eine bestimmte Körperregion des Bestäubers. Dies um so mehr, als dem gemischten Besucherkreise entsprechend, Tiere verschiedenster Körpergröße als Bestäuber in Betracht kommen. Die Pollenübertragung ist daher häufig nur ein Wahrscheinlichkeitseffekt, der allerdings bei reichlichem Insektenbesuch gesichert ist. Hiebei spielt nicht nur die Individuenzahl, sondern auch die Artenzahl der hiebei beteiligten Insekten des betreffenden Gebietes eine entscheidende Rolle. Nur selten dürfte die Konstellation der entomophilen Anpassungen so günstig gewesen sein, wie bei *Ephedra campylopoda* in dem insektenreichen Gebiete ihres Vorkommens in Dalmatien. Auch die Augenfälligkeit der gelben Infloreszenzen wird hier durch die Rotfärbung der Brakteen noch erhöht, so daß die Blütenstände auf die Entfernung jenen von *Cornus mas* sehr ähnlich sehen. Die Blattlosigkeit der Pflanze trägt zu dieser Ähnlichkeit noch bei Daß die Entomophilie von *Ephedra campylopoda* geschichtlich weiter zurückreicht, geht überdies schon daraus hervor, daß die weiblichen Blüten der zwitterigen Blütenstände ihre Fruchtbarkeit vollkommen eingebüßt haben und bereits ausschließlich zu Nektarien geworden sind. Wie ich mich durch cytologische Untersuchung überzeugen konnte, spricht sich dies auch im Bau der Archegonien aus.

Die blütenökologische Unvollkommenheit der Gnetalen „Blume“ ist phylogenetisch bedingt durch die auf den Bereich der Mikropyle beschränkte Ausscheidung des Bestäubungstropfens, der als geschichtlich ältestes Nektarium verwertet wurde. Erst die Verlegung der Nektarabscheidung in den Grund der „Blume“ sichert bei entsprechender Lage des Empfängnisorganes eine gesetzmäßige Pollenübertragung auf bestimmte Körperpartien des Bestäubers. Dies war aber erst nach Entwicklung eines Fruchtknotens möglich. Denn die als Nektarien heranziehbaren Hochblätter der weiblichen Blüte waren ihrer Herkunft nach noch zu sehr Schutzorgane.

Ich bin daher fest überzeugt, daß innerhalb der Gattungen

Ephedra und *Gnetum* im Laufe ihrer geschichtlichen Entwicklung schon öfter ein Anlauf zur Entomophilie unternommen wurde, sich aber in manchen Fällen nicht bewährte. Für dieses Mißlingen war die jeweilige Insektenfauna des Gebietes entscheidend. Die Folge davon war Rückkehr zur Anemophilie oder eventuell teilweise Apogamie. Letztere wird übrigens für *Gnetum Ula* von LOTSY (18, S. 396) angegeben. Der eben vorgetragene Gedankengang erfährt eine anatomische Bekräftigung durch den von BERRIDGE (3) erbrachten Nachweis, daß sich bei *Gnetum Gnemon* im Bereiche der weiblichen Blüten konstant ein Kreis von Gefäßbündelresten vorfindet, welcher nach Ansicht der Verfasserin nur als Rest eines ehemaligen Quirls männlicher Blüten der Vorfahren dieser Art verständlich ist. Die Vorfahren waren demnach zwitterblütig und die weiblichen Infloreszenzstände bestanden aus Quirlen weiblicher Blüten, welche je von einem Kranz männlicher Blüten umgeben waren. Überdies dürfte nach Ansicht der Verfasserin die Einzelinfloreszenz noch von einer gemeinsamen Hülle (Perianth) umgeben gewesen sein.

Es ist daher keineswegs ausgeschlossen, daß sich unter den gegenwärtig windblütigen *Ephedra*- und *Gnetum*-Arten einige finden, deren Windblütigkeit geschichtlich sekundär ist. Dafür spricht nicht nur das gelegentliche Auftreten zwitterblütiger Infloreszenzen bei sonst typisch diözischen Arten ohne Gesetzmäßigkeit der Lage des anderen Geschlechtes, so bei *Ephedra trifurca* (LAND 16, Taf. I, Abb. 1), sondern vor allem die Skulpturierung der Exine im Pollen heute windblütiger Arten (KIRCHNER 14, S. 34, CAVARA 4, S. 5). Schließlich sei noch an die auffallende quantitative Reduktion des Androezeums erinnert, welche in krassem Gegensatze zum leitenden Bauprinzip der Windblütigen steht, das sich in Massenproduktion ausspricht.

Die Cycadinae werden im allgemeinen wohl mit Recht als windblütig bezeichnet, obwohl ältere Autoren den bei manchen Arten zur Blütezeit auftretenden intensiven Geruch und die starke Temperaturerhöhung der Zapfen mit Insektenbestäubung in Zusammenhang brachten. Eine Zusammenfassung der älteren diesbezüglichen Angaben findet sich bei KNUTH (15). Die auf fixiertes Material gegründeten, eingehenden, entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von IKENO, WEBBER, CHAMBERLAIN, CALDWELL (Literaturzitate bei CHAMBERLAIN 6, S. 18) geben über diese Frage keine Auskunft. Geruch und Erwärmung, die sich übrigens keineswegs bei allen Arten finden, brauchen zur Bestäubung in keiner Beziehung zu stehen. Infolge der strengen Dioezie würden übrigens im Falle der Entomophilie die Bestäuber an den beiden Stöcken derselben Art in verschiedener Weise verköstigt werden, was die Sicherheit der Pollenübertragung sehr in Frage stellen würde. Damit steht aber die hervorragende Fruchtbarkeit in Widerspruch. Überdies sprechen die Diozie und die Massenproduktion des Pollens deutlich für Windbestäubung, Über den chemischen Inhalt des Bestäubungstropfens fand ich keine Angaben.

Wenn der auffallende Zuckerreichtum der entomophilen Gnetales eine Anpassung im Dienste der Bestäubung darstellt, so steht zu erwarten, daß sich der Bestäubungstropfen der typisch windblütigen Koniferen seinem chemischen Verhalten nach zu ihm in Gegensatz stellt. Wie bereits oben erwähnt, braucht der Gegensatz sich nicht im vollständigen Fehlen des Zuckers auszusprechen. Denn ein geringer Zuckergehalt kann aus naheliegenden Gründen auch bei einer typisch windblütigen Blume durch den physiologischen Eigenhaushalt der Pflanze bedingt sein.

Unsere Kenntnisse in dieser Frage stützen sich hauptsächlich auf die Untersuchungen SCHUMANNs (25, S. 27, 28) und FUJIIs (9, S. 213 ff.). Ersterer untersuchte ausschließlich, letzterer vorwiegend den Bestäubungstropfen von *Taxus baccata.* Doch gibt FUJII am Schlusse seiner Arbeit an (9, S. 216), daß er auch die Bestäubungstropfen anderer Gymnospermen untersuchte, deren Namen er leider nicht angibt, die aber in ihrem chemischen Verhalten mit jenem von *Taxus* übereinstimmen.

Die neuere, sich auf zahlreiche Gattungen erstreckende Arbeit TISONs (30) enthält zwar wertvolle Angaben über den Zeitpunkt des Erscheinens, die Dauer und den Ursprung des Bestäubungstropfens, aber fast gar nichts über dessen chemische Beschaffenheit. Diesbezüglich beschränkt sich TISON (l. c. S. 54, 56) auf die Angabe, daß der Tropfen aus einem Schleim besteht, welcher reich an Wasser ist und sich im kontrahierten Zustande mit Eosin und Orange schwach, mit Lichtgrün dagegen intensiv färbt. Die sonstige, auf den Befruchtungsvorgang der Koniferen bezügliche, sehr umfangreiche Literatur stützt sich fast ausschließlich auf fixiertes Material und beschränkt sich in der Regel auf die Mitteilung der Existenz des Bestäubungstropfens, wofern er überhaupt erwähnt wird. Ich verzichte daher auf namentliche Anführung der einzelnen Autoren.

SCHUMANN macht über *Taxus* folgende Angaben (l. c. S. 27, 28). Der Tropfen ist für die menschliche Zunge von fadem, nichtssagendem Geschmack, gibt mit FEHLINGscher Lösung auch nach Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure kein Resultat und rötet neutrales Lakmuspapier. Er enthält also jedenfalls eine freie Säure, und zwar vermutet SCHUMANN Apfelsäure, während er nach seiner Angabe weder Zucker, noch Ameisensäure enthält. Er hält den Tropfen für einen Pflanzenschleim, welcher Kohlehydrate enthält, wofür die Violettfärbung mit Naphthol-Schwefelsäure spricht. FUJII findet bei *Taxus* sicher Calcium und eine Phosphormolybdänsäure in der Kälte reduzierende Substanz. Letztere findet sich auch in den Bestäubungstropfen der übrigen von ihm untersuchten, nicht näher genannten Gymnospermen. Die Anwesenheit von Ameisensäure und Glykose hält er für möglich. Die Reaktionen auf Eiweißstoffe fielen negativ aus.

Wie zu erwarten, stehen demnach die typisch windblütigen Koniferen zu den insektenblütigen Gnetales in scharfem Gegensatze, indem für ihren Bestäubungstropfen zwar die Möglichkeit der Anwesenheit von Zucker, auf keinen Fall aber Zuckerreichtum angegeben wird. Auch dieser Gegensatz bestätigt die Auffassung des Nektartropfens von *Ephedra campylopoda* als entomophiler Anpassung. Eine vergleichend mikrochemische Untersuchung der Bestäubungstropfen sämtlicher Gymnospermen wäre demnach in ökologischer und phylogenetischer Beziehung eine dankbare Aufgabe mikrochemischer Forschung.

Ich fasse kurz zusammen:

1. Der auffallende Zuckerreichtum im Nektartropfen von *Ephedra campylopoda* ist ein weiteres Glied in der Kette entomophiler Anpassungen dieser Art.

2. Er findet seine Parallele bei den bisher daraufhin untersuchten, ebenfalls entomophilen zwitterblütigen Gnetales. Wie zu erwarten, ergeben die bisherigen Befunde über den Inhalt des Bestäubungstropfens der typisch anemophilen Koniferen das entgegengesetzte Verhalten.

3. Der bei den zwitterblütigen Gnetales unternommene Versuch, auf dem Umwege der Infloreszenz unter Verwertung des Bestäubungstropfens zu entomophilen Anpassungen zu gelangen, schließt bei der Unsicherheit der Bestäubungsgarantie eine Weiterentwicklung in derselben Richtung aus. Wahrscheinlich wurde dieser Versuch im Laufe der geschichtlichen Entwicklung der Gattungen *Ephedra* und *Gnetum* mehrfach unternommen, aber wieder verlassen.

4. Es ist daher wahrscheinlich, daß innerhalb beider Gattungen Arten sekundär wieder zur Anemophilie zurückkehrten. Dafür spricht außer der weitgehenden quantitativen Reduktion des Androezeums die Pollenbeschaffenheit gewisser windblütiger Arten.

5. Der kürzlich von BERRIDGE für *Gnetum gnemon* erbrachte Nachweis von Gefäßbündelresten männlicher Blüten im Umkreise der weiblichen Blüten rein weiblicher Infloreszenzstände steht mit dieser Auffassung in vollem Einklange.

Literatur.

1. BECCARI, O., Della organogenia dei fiori feminei del *Gnetum gnemon*. Nuovo giorn. botan. ital. IX, 1877, S. 93, 94.
2. BERRIDGE, E. M. and SANDAY, E., Oogenesis and embryogeny in *Ephedra distachya*. New Phytologist X., 1911, S. 131.
3. BERRIDGE, E, The structure of the female strobilus in *Gnetum gnemon*. Ann. of Botany XXVI, 1912, S. 987 ff.
4. CAVARA, F., Sulla germinazione del polline nelle *Ephedra*. Boll. d. sed. d. accad. Giojenia d. sc. natur. Catania 1904, Fascic. LXXXI. S. 5.
5. CAVARA, F. e ROGASI, G., Ricerche sulla fecondazione ed embriogenia dell' *Ephedra campylopoda*. Rendic. d. Congresso nazion. d. Palermo. 1902, S. 67—69.
6. CHAMBERLAIN, CH. J, Morphology of *Ceratozamia*. Botan. Gaz. LIII, 1912, S. 18.
7. CZAPEK, FR., Biochemie der Pflanzen, 1. Aufl., Jena 1905, I., S. 204, 205, 2. Aufl. 1913, S. 261, 262.
8. FISCHER, E. J., Die Synthesen in der Zuckergruppe. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch., XXIII., 1890, S. 2114 ff.
9. FUJII, K., Über die Bestäubungstropfen der Gymnospermen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., XXI, 1903, S. 211 ff.
10. HOOKER, J. D., On *Welwitschia*, a new genus of Gnetaceae. Transact of the Linn. Soc. London, XXIV, 1863, S. 31.
11. JACCARD, P., Recherches embryologiques sur l. *Ephedra helvetica*. Dissert. Lausanne 1894.
12. KARSTEN, G., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger *Gnetum*-Arten. Bot. Zeit., 1892, S. 208, 213.
13. —, Zur Entwicklungsgeschichte der Gattung *Gnetum*. COHNS Beitr. z. Biologie d. Pflanzen, VI., 1893, S. 349.
14. KIRCHNER, O., LOEW, E., SCHRÖTER, C., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart 1906. Gattung *Ephedra*. Bearb. v. KIRCHNER, S. 341, 342.
15. KNUTH, P., Handbuch der Blütenbiologie, III., I. Teil Leipzig 1904, S. 37, 38.
16. LAND, W. J. G., Spermatogenesis a. oogenesis in *Ephedra trifurca*. Bot. Gaz., XXXVIII., 1904, S. 2, Taf. I, Fig. 1.
17. LOTSY, J. P., Contributions to the life-history of the genus *Gnetum*. Ann. d. jard. bot. d. Buitenzorg. XVI, 1899, S. 56, 94.
18. —, Parthenogenesis bei *Gnetum Ula* Brogn. Flora 1903, S. 396 ff.
19. MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, S. 117, 120.
20. PEARSON, H. H. W., Some observations on *Welwitschia mirabilis*. Transact. of the Royal Soc. Lond. Bot. Vol. 198, 1906, S. 273—6.
21. —, Further observations on *Welwitschia mirabilis*. Daselbst Vol. 200, 1909, S. 343—4.

22. Porsch, O., *Ephedra campylopoda* C. A. Mey, eine entomophile Gymnosperme. Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft XXVIII, 1910, S. 404 ff
23. —, Die Abstammung der Monokotylen und die Blütennektarien. Daselbst XXXI., 1914, S. 587.
24. Schinz, H., Die Pflanzenwelt Deutsch-Ostafrikas. Bull de l'herb. Boissier. IV, 1896, Appendix III, S. 8.
25. Schumann, K., Über die weiblichen Blüten der Koniferen. Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, XLIV, 1902, S. 27—8.
26. Senft, E., Über den mikrochemischen Zuckernachweis durch essigsaures Phenylhydrazin. Sitzungsber. d. Wiener Akademie, Mathematisch naturwiss. Kl. Bd. 113, 1904, Abteil. I, S. 3 ff.
27. Sigrianski, A., Quelques observations sur l' *Ephedra helvetica* Mey. Thèse. Genève 1913, S. 47.
28. Strasburger, E., Die Koniferen und Gnetazeen. Jena 1872, S. 270.
29. Sykes (Thoday) a. Berridge, E. M., The anatomy and morphology of the inflorescenses a flowers of *Ephedra*. Ann. of Bot. XXVI, 1912, S. 964, 968.
30. Tison, A., Remarques sur les gouttelettes collectrices des ovules des Coniferes. Mem. d. l. soc. Linn. d. Normandie. Caen XXIV, 1911, S. 51 ff.
31. Tunmann, O. Pflanzenmikrochemie. Berlin 1913, S. 188—91.
32. Wettstein, R. v., Handbuch der systematischen Botanik, 2. Aufl., Wien 1911, S. 478 ff.

---

20. Karl Müller: Zur geographischen Verbreitung der europäischen Lebermoose und ihrer Verwertung für die allgemeine Pflanzengeographie.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 26. März 1916.)

Pflanzengeographische Arbeiten beschränken sich meistens auf die Blütenpflanzen, vereinzelt werden auch die Pteridophyten berücksichtigt, so gut wie gar nicht aber im System weiter abwärts folgende Pflanzen. Der Grund dafür liegt in der bisher zu geringen systematischen und floristischen Durcharbeitung dieser Gruppen.

Vielfach ist auch die Ansicht vorhanden, die sog. Kryptogamen eigneten sich infolge ihrer großen Verbreitungsmöglichkeit überhaupt nicht für pflanzengeographische Zwecke.

Für die Lebermoose habe ich die verwandschaftlichen Beziehungen der einzelnen europäischen Arten, ihren systematischen Wert und ihre Verbreitung in meiner Bearbeitung der europäischen

Lebermoose niedergelegt und damit gleichzeitig eine Grundlage für die pflanzengeographische Verwertung dieser Gewächsgruppe geschaffen.

Aus der Feststellung des Verbreitungsgebietes der einzelnen Arten ergibt sich mit voller Deutlichkeit, daß eine Verschleppung von Fortpflanzungszellen auf größere Strecken durch Luft- oder Meeresströmungen so gut wie nicht, durch Vögel nur ausnahmsweise stattfindet, denn die Lebermoose sind nicht über weite Länder der Erde beliebig verbreitet, sondern besiedeln, genau wie die höheren Pflanzen, beschränkte geographische Gebiete. Es gibt nur ganz wenige über die ganze Erde verbreitete Arten, wie z. B. *Ricciocarpus natans, Targionia hypophylla, Reboulia hemisphaerica*, die aber überall nur sehr zerstreut vorkommen.

Größer ist die Zahl der auf der ganzen Nordhemisphaere verbreiteten Lebermoose. Unter diesen können jedoch nur *Fegatella conica*, *Marchantia polymorpha*, *Scapania undulata* und *Radula complanata* als in allen Kontinenten häufig gelten. Der Rest besteht aus mehr oder weniger zerstreut vorkommenden Arten.

Außer diesen wenigen Ubiquisten, lebt die Mehrzahl der Lebermoose in bestimmten Ländern und Gegenden und läßt sich wie die höheren Pflanzen nach gewissen pflanzengeographischen Gesichtspunkten ordnen.

Eine Durchsicht der europäischen Arten hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zu einem Florenelement hat mich zu der Überzeugung geführt, daß die Lebermoose unsere pflanzengeographischen Vorstellungen in mancher Weise zu stützen und zu erweitern vermögen.

Im nachstehenden möchte ich nur einige Kapitel aus der geographischen Verbreitung der Lebermoose herausgreifen, die, wie mir scheint, ein größeres Interesse beanspruchen können. Ausführlicher ist die geographische Verbreitung in dem nächstens erscheinenden Schlußabschnitt des zweiten Bandes meiner Lebermoose Europas behandelt.

1. Das holoarktische Element.

Während die europäische Phanerogamenflora mit der Nordamerikas nicht sehr viel Übereinstimmung aufweist, sind 60 pCt. der europäischen Lebermoose auch in Nordamerika gesammelt worden. Der Prozentsatz wird noch größer, wenn man nur Gattungen herausgreift, die vor allem in Nordeuropa verbreitet sind. Von 11 solchen Gattungen mit zusammen 139 Arten, kommen sogar 85 pCt. in Nordamerika vor.

Wahrscheinlich ist eine ähnlich hohe prozentuale Artübereinstimmung auch zwischen Europa und Asien vorhanden, doch ist der letztgenannte Kontinent noch nicht genügend hepatikologisch erforscht.

Wir können diese Dissonanzen in der Verbreitung der Phanerogamen und der Lebermoose wohl nur durch die auch in anderer Weise gestützte Annahme erklären, die Lebermoose seien infolge viel höheren Alters im Gegensatz zu den viel jüngeren Blütenpflanzen, vor allem den Angiospermen nicht mehr so leicht in der Lage neue Arten zu bilden. Die Angiospermen entwickelten sich seit der unterbrochenen Landverbindung und des damit gestörten Artenaustausches zwischen Europa und Nordamerika in beiden Kontinenten zu verschiedenen Arten, die Lebermoose blieben dagegen seit dem Ende der Tertiärzeit in der Hauptsache artgleich. Nur die dem tropischen Element zuzuzählenden Arten haben sich, wie später noch gezeigt werden soll, wenigstens teilweise zu vikarisierenden Arten umgewandelt.

Man könnte vielleicht den großen Formenreichtum besonders der holoarktischen Arten als Beginn einer Artaufspaltung deuten, die bei den ihren Artcharakter zähe festhaltenden Lebermoosen noch nicht weiter gediehen ist, doch würde man in diesem Falle vielfache Verschiedenheit in der Formbildung derselben Art in Europa und in Nordamerika erwarten. Das trifft aber, soweit ich die Formen überblicke, nicht zu, denn wenigstens die schärfer hervortretenden stimmen in Europa und in Nordamerika überein.

Die Lebermoose breiten sich also in viel größerem Artprozentsatz über die ganze Holoarktis aus, als die heutige Phanerogamenflora. Sie gleichen in ihrer weiteren Verbreitung viel mehr der Eozänflora, die ja auch viele gemeinsame Arten in Europa und Nordamerika aufwies.

Während man die europäische Phanerogamenflora in arktische-, alpine-, pontische-, mediterrane- und atlantische Elemente gliedern kann, läßt sich das in gleichem Maße bei den Lebermoosen nicht durchführen. Wohl ist das arktische Element auch hier vorhanden und kann auch in mehrere Untergruppen geteilt werden, je nachdem, ob die dazu gehörenden Arten streng an die Arktis gebunden sind oder auch weiter südlich auftreten. Ferner läßt sich eine mediterrane und atlantische Gruppe unterscheiden, dagegen fehlt das pontische und, was besonders bemerkenswert ist, das alpine Element.

Der einzige alpine Lebermoosendemismus, von dem anzunehmen ist, daß er anderwärts nicht vorkommt, weil er bisher nur aus den Alpen bekannt wurde, ist *Schisma Sendtneri.* Durch die abweichende Gestalt und das Vorkommen ihrer Verwandten in den Gebirgen Asiens, Afrikas und vor allem Südamerikas gibt sich dieser Endemismus aber als paläotropisches Relikt zu erkennen, ähnlich wie *Bucegia*, die in Europa nur in den Karpathen vorkommt, neuerdings aber auch in Nordamerika gesammelt wurde und unter den Phanerogamengattungen z. B. *Ramondia, Haberlea, Wulfenia* u. a.

Diese auffallende Tatsache des nahezu gänzlichen Fehlens sowohl des mitteleuropäisch-alpinen Elementes (Endemismen der Pyrenäen, Alpen und Karpathen), wie auch ganz besonders des alpinen Elementes im engsten Sinne des Wortes kann nicht etwa durch die Annahme erklärt werden, die Alpen seien z. Z. hepatikologisch vielleicht noch zu wenig erforscht, denn gerade das Gegenteil trifft zu.

Es bestätigt auch dieser von den höheren Pflanzen völlig abweichende Mangel an Gebirgsendemismen die schon vorgetragene Ansicht, die Lebermoose hätten sich seit dem Ende der Tertiärzeit nicht mehr in unterscheidbare Arten weiter entwickelt.

Im Zusammenhange hiermit wäre es von Interesse, auch die anderen Kryptogamen auf das Vorkommen von europäischen Gebirgsendemismen zu untersuchen. Eine solche Arbeit wird aber durch die noch ungenügende systematische und floristische Erforschung dieser Gewächsgruppen erschwert.

Von den Algen sind z. B. endemische Arten der Alpen mit Sicherheit nicht bekannt. Noch weniger Verwertbares liefern die Pilze. Dagegen sind die Laubmoose schon genügend studiert, um für unsere Zwecke Anhaltspunkte zu bieten. Bei ihnen sind zahlreiche Alpen-Endemismen bekannt, allerdings nicht so viele, wie bei den Blütenpflanzen.

Man kann also mit zunehmender Entwickelung im Gewächsreich eine größere Neigung zur Bildung von Endemismen feststellen.

Von den übrigen Elementen der europäischen Flora ist, wie erwähnt, auch das mediterrane bei den Lebermoosen stark ausgeprägt. Es setzt sich aus Arten zusammen, die außer im Mediterrangebiet auch an der atlantischen Küste auftreten, aber in Großbritannien ihre Nordgrenze finden, also den Faröer und Norwegen fehlen.

Hierher gehören vor allem zahlreiche *Anthoceros-*, *Fossombronia-* und *Riccia*-Arten, die nordwärts den Alpenzug kaum überschreiten oder, wenn das der Fall ist, in Baden, Niederösterreich und Ungarn die Nordgrenze im Binnenland finden, wie *Anthoceros Husnoti, Riccia Bischoffii, Sphaerocarpus terrestris, S. texanus* und *Targionia hypophylla*, die noch in Baden vorkommen, *Riccia Bischoffii, R. papillosa, R. commutata* und *Tessellina pyramidata*, die noch in Niederösterreich und Ungarn angetroffen werden.

Auch das atlantische Element ist in der europäischen Lebermoosflora durch mehrere Arten vertreten. Hierher rechne ich Arten, die von den Kanarischen Inseln bis nach Großbritannien und vielfach, begünstigt durch den Golfstrom, noch auf den Faröer oder an der norwegischen Küste auftreten. Im Süden vermengen sie sich mit den mediterranen Arten, dringen aber nur etwa bis Italien in das Mediterrangebiet ein.

Einzelne wurden noch ziemlich weit im Binnenland gefunden, wie *Lepidozia pinnata*, die ALEX. BRAUN bei Baden-Baden sammelte, die also eine Verbreitung ähnlich wie *Wahlenbergia hederacea* besitzt.

Auf zahlreiche an der atlantischen Küste vorkommende Arten, die man bisher ebenfalls dem atlantischen Element zurechnete, die aber meiner Ansicht nach Relikte der Frühtertiärzeit darstellen, komme ich im nächsten Abschnitt zurück.

2. Das tropische Element.

Zu den tropischen Lebermoosen möchte ich unter den europäischen vor allem die Jubuleen rechnen mit den beiden Riesengattungen *Lejeunea* (im weitesten Sinne, etwa 2000 Arten) und *Frullania* (über 700 Arten), die in Europa noch nicht einmal durch 1 pCt. der Arten vertreten sind, während die übrigen fast ausschließlich den tropischen und subtropischen Gebieten der Erde angehören. Daß diese Gattungen in der Frühtertiärzeit, während welcher auch in Mitteleuropa ein subtropisches Klima herrschte, hier viel artenreicher und häufiger waren als jetzt, lehren uns die Bernsteinfunde.

Auch die Gattungen *Plagiochila* mit ebenfalls nur 1 pCt., *Radula* mit 3 pCt. und *Madotheca* mit 5 pCt. der bisher bekannten Arten in Europa vertreten, sind zweifellos ebenfalls als tropisch oder subtropisch anzusprechen. Es wird das besonders klar, wenn wir daneben einige holoarktische Gattungen anführen und deren europäische Arten prozentual auf die bisher überhaupt bekannt gewordenen Arten beziehen. Es kommen z. B. in Europa vor bei *Gymnomitrium* und *Marsupella* je 60 pCt. der bisher auf der ganzen Erde bekannt gewordenen Arten, bei *Lophozia* 56 pCt., bei *Scapania* 45 pCt und bei *Sphenolobus* 43 pCt.

Die als tropisch bezeichneten Gattungen unterscheiden sich auch darin von den als holoarktisch angesehenen, daß sie in Europa und in Nordamerika in der Hauptsache aus verschiedenen Arten zusammengesetzt sind, während bei den holoarktischen eine große Artübereinstimmung, wie schon erwähnt, herrscht.

Von den vier Gattungen *Lejeunea*, *Frullania*, *Radula* und *Plagiochila* kommen z. B. 14,3 pCt. der amerikanischen Arten in Europa vor und 30 pCt. der europäischen in Nordamerika, während unter 11 holoarktischen Gattungen durchschnittlich 82,1 pCt. der nordamerikanischen Arten in Europa auftreten und 85,5 pCt. der europäischen in Nordamerika.

Diese Zahlen zeigen deutlich, daß die als tropisch angesehenen Gattungen in Europa und in Nordamerika viel weniger gleiche Arten besitzen als die dem holoarktischen Element zugezählten.

Man muß den Grund dieses Unterschiedes wohl in dem verschiedenen Alter beider Elemente und der damit zusammenhängenden früheren oder späteren Unterbindung des Artaustausches suchen.

Daß die Zahl der tropischen Arten in Nordamerika größer ist als in Europa, ist nicht weiter auffallend, weil Analogien auch aus der Phanerogamenflora bekannt sind, wie *Lygodium*, *Magnolia*, *Asimina*, *Nelumbo*, *Cocculus* u. v. a. Diese tropischen Gattungen konnten sich in Amerika besser halten als in Europa, wo sie südwärts nicht genügend ausweichen konnten und darum der vernichtenden Wirkung der Eiszeiten zum Opfer fielen.

Neben den schon genannten Lebermoosen gibt es aber noch eine ganze Reihe, die ebenfalls als tropisch, also auch als Relikte der Frühtertiärzeit aufzufassen sind. Sie treten in Europa in der Hauptsache im Mediterrangebiet auf, dann aber in der Mehrzahl der Fälle auch im subtropischen Gebiet Asiens und Nordamerikas, wie z. B.

Calypogeia arguta
Corsinia marchantioides
Dumortiera hirsuta
Frullania riparia
Jubula Hutschinsiae
Lejeunea flava
Lunularia cruciata
Madotheca Thuja
Marchantia paleacea
Plagiochasma rupestre
Targionia hypophylla
Tessellina pyramidata

Wir müssen annehmen, diese Arten seien in der Frühtertiärzeit über die ganze nördliche Halbkugel weit verbreitet gewesen und wanderten dann bei der Abkühlung der Landstriche südwärts oder an die atlantische Küste. So gelangten sie außer nach Südeuropa nach Südasien und nach dem südlichen Teil von Nordamerika.

Trotz der langen Trennung der Gebiete sind die obigen Arten doch in allen 3 Kontinenten gleich geblieben, ein Beweis für die schon mehrfach betonte geringe Neigung der Lebermoose zur Bildung neuer Arten.

Nur die Jubuleen, die auch heutzutage noch eine große Formen-Plastizität besitzen, haben sich mehrfach zu vikarisierenden Arten entwickelt.

Wie ich schon angedeutet habe, kommen an der Westküste Großbritanniens, vor allem Irlands eine Anzahl Lebermoose vor, die Beziehungen zum neotropischen Florenreich aufweisen, die aber bisher einfach zur atlantischen Gruppe gestellt wurden, wohin sie genetisch jedoch nicht gehören. Es sind das folgende Arten:

Acrobolbus Wilsoni
Adelanthus decipiens
„ *dugortiensis*
Cololejeunea microscopica
Colura calyptrifolia
Jamesoniella Carringtoni

Man kennt eine ähnliche irisch-amerikanische Disjunktion auch von einigen Phanerogamen und Tieren Irlands. Die Lebermoose bieten also eine wichtige Ergänzung hierzu.

Wie die Arten an die europäische Küste gelangt sind, läßt sich nicht sicher beantworten. Jedenfalls ist für die Lebermoose ein Transport von Sporen oder gar Pflanzen durch den Golfstrom ausgeschlossen, weil Lebermoose oder deren Fortpflanzungszellen einen derartig langen Aufenthalt im Meerwasser nicht ertragen. Außerdem müßten die erwähnten Endemismen, wenn es sich um rezente Anschwemmungen handeln sollte, morphologisch mit den neotropischen Verwandten identisch sein. Das trifft aber nicht zu, denn es handelt sich um wohl charakterisierte Arten, die nur verwandtschaftlich neotropischen Arten nahestehen.

Meiner Ansicht nach kann man darum diese Lebermoose nur als Relikte der frühtertiären Flora auffassen, die sich später, wie schon geschildert, südwärts zurückzog und in Europa nur einzelne Arten im Schutze des atlantischen Klimas zurückließ. Warum nun allerdings diese in der Hauptsache auf die irische Küste beschränkt sind, ob das mit der Vereisung des übrigen Teils von Großbritannien zusammenhängt, ist schwer zu entscheiden. Und andererseits fehlt auch eine Erklärung, warum die Verwandten gerade in Südamerika auftreten und nicht auch in Asien. Möglicherweise sind diese Gegensätze nur in der zu ungenauen Kenntnis der asiatischen Flora begründet.

3. Bemerkenswerte Disjunktionen.

Für die vorgetragene Ansicht, daß die Lebermoose in der Hauptsache kaum mehr genügend Plastizität zur Artbildung besitzen und daß die meisten der jetzt lebenden Arten sich seit der Frühtertiärzeit kaum mehr verändert haben, bieten die Disjunktionen mancher Arten einen weiteren Beweis. Es handelt sich dabei um eine Verbreitung über Landteile, die zweifellos seit der Tertiärzeit durch Meere getrennt sind, und größtenteils um vollständig sterile Arten, so daß von vornherein die Annahme einer späteren Ansiedelung ausgeschlossen ist. Der Übersicht halber will ich eine Anzahl von Lebermoosen mit merkwürdiger Disjunktion im folgenden tabellarisch zusammenstellen:

Nr.	Art	Wurde gefunden in				
		Europa	Asien	Ozeanien	Nordamerika	Südamerika und Antarktis
1	*Anastrepta orcadensis*	Verbreitet	Himalaya, China, Japan	Hawaii	Alaska	—
2	*Pleurozia purpurea*	Nordwesteuropa	Himalaya	Hawaii	Alaska	—
3	*Scapania planifolia*	Nordwesteuropa	Himalaya	Hawaii	—	—
4	*Mastigophora Woodsii*	Nordwesteuropa	Himalaya	—	—	—
5	*Anastrophyllum Donianum*	Nordwesteuropa	Südwest-China	—	—	—
6	*Pleuroschisma Pearsoni*	Nordwesteuropa	—	—1)	Alaska	—
7	*Schisma aduncum*	Nordwesteuropa	Sumatra	—	Alaska	—
8	*Gymnomitrium crenulatum*	Nordwesteuropa	—	—	Alaska	Südgeorgien
9	*Lophozia Floerkei*	Verbreitet	Sibirien	—	Verbreitet	Patagonien und Antarktis
10	„ *Hatcheri*	Verbreitet	—	—	Verbreitet	Patagonien und Antarktis
11	*Aneura multifida*	Verbreitet	Nordasien	Hawaii	Verbreitet	Falkland Inseln
12	*Metzgeria hamata*	Nordwesteuropa	Himalaya bis Java	Neu-Guinea, Neu-Seeland	Alaska	Costarica, Peru, Patagonien

---

1) In Hawaii kommt *Pl. Didrichseni* (STEPHANI, Spec. Hep. III S. 459, 1908) vor, die mit *Pl. Pearsoni* nach EVANS nahe verwandt ist, also vielleicht eine vikarisierende Art darstellt.

Diese Disjunktionen kann man in zwei Gruppen teilen. Die eine umfaßt Arten, die nur auf der Nordhemisphaere auftreten (Nr. 1—7) und vor allem auch dadurch auffallen, daß sie häufig an allen Fundorten gesellschaftlich wachsen, wie 1—3, dann aber auch durch ihr Vorkommen in Hawaii. Für die Florengeschichte dieser Inselgruppen scheinen darum die erwähnten Lebermoose besonders wertvoll zu sein.

Auch die Galapagos Inseln beherbergen 2 Lebermoose (*Frullania tamarisci* und *Notothylas orbicularis*), die in Nordamerika und in Europa auftreten.

Die zweite erwähnte Gruppe (Nr. 8—12) charakterisiert sich durch Arten, die auch aus der Antarktis bekannt sind. So überraschend dieses Vorkommen ist, steht es doch nicht ganz allein da. Vielmehr sind auch eine Anzahl von Phanerogamen, besonders Monokotyledonen, die in Europa und Nordamerika verbreitet sind, wie *Galium Aparine*, *Cerastium arvense*, *Primula farinosa*, *Empetrum nigrum* und zahlreiche Gräser in der Antarktis gesammelt worden.

Das anfangs so unwahrscheinlich erscheinende Auftreten typischer holoarktischer Lebermoose auch in der Antarktis ist also nur ein weiteres Beispiel für eine den Pflanzengeographen schon bekannte Tatsache.

Für die Erklärung dieses antarktischen Vorkommens bieten die Lebermoose ebenfalls Anhaltspunkte.

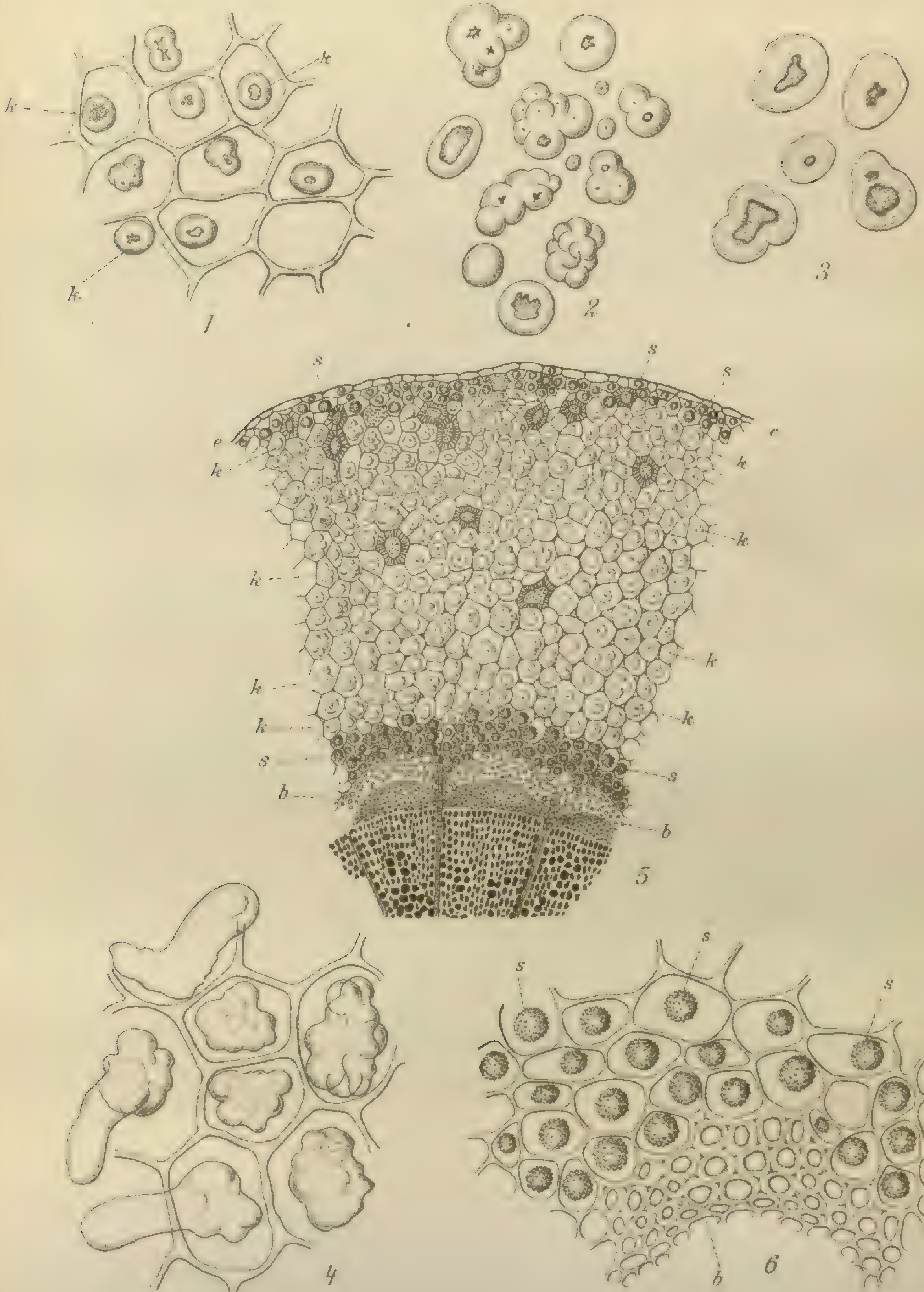
Allem Anscheine nach handelt es sich um Relikte einer schon frühzeitig weit verbreiteten Flora, die nach den Vermutungen von ENGLER und von SOLMS-LAUBACH längs der Kordilleren südwärts gewandert ist. Das Auftreten nahe verwandter Arten in diesem Gebirgszuge läßt diese Vermutung wahrscheinlich erscheinen.

Unter den Lebermoosen überbrückt *Metzgeria hamata* heutigentags noch die arktischen und antarktischen Vorkommen. (Vergl. Nr. 12 vorstehender Tabelle.) Nach dem Vorhandensein der anderen Lebermoose (Nr. 8—11) in den südamerikanischen Gebirgen wäre noch zu fahnden. Dieses eine Beispiel läßt das Auftreten z. B. von *Lophozia Floerkei* und *L. Hatcheri* in den Kordilleren nicht unwahrscheinlich erscheinen.

Man kann aber für das Zustandekommen der erwähnten boreal-australen Disjunktion auch andere Beispiele aus der Hepatikologie beibringen, wenn man nämlich nicht bloß völlig identische Arten, sondern alle Arten einer besonders typischen Gattung in Betracht zieht, wie z. B. *Schisma*, von der wir die zwei europäischen Arten (*Sch. aduncum* und *Sch. Sendtneri*) bereits genannt haben, während 69 weitere außerhalb Europas gefunden wurden, und zwar im Himalaya, in China, Ceylon, Java, auf den Philippinen, auf Hawaii, dann im tropischen Amerika von Mexiko und den Westindischen Inseln über Costarica, Guiana, Ecuador, Peru, Brasilien, Bolivia, Chile, Argentinien bis nach Feuerland. Außerdem kommen Arten in Afrika, Neu-Seeland, Tasmanien und Neu-Guinea vor.

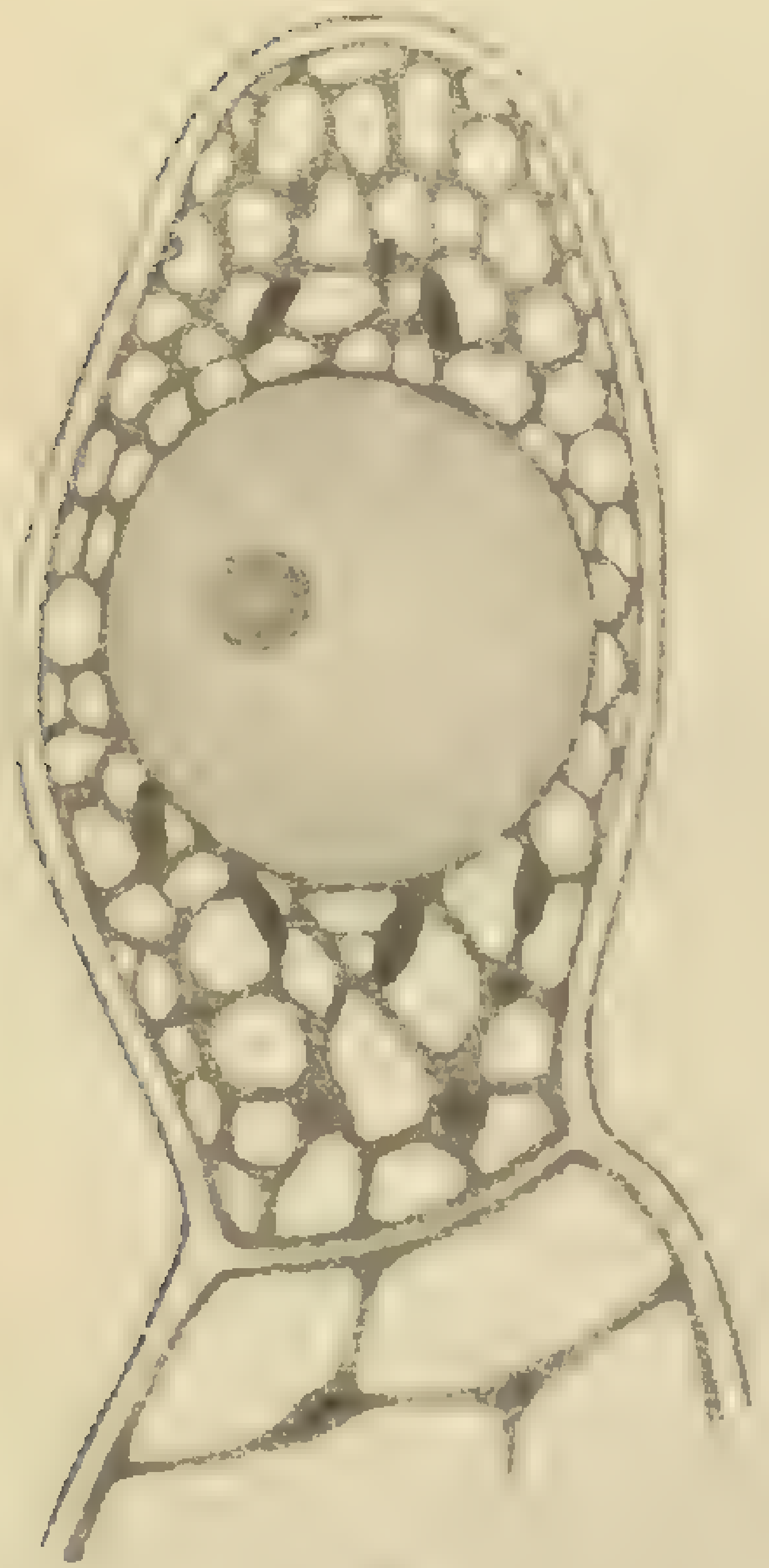
Diese Gattung umfaßt also mit ihren 71 Arten die Disjunktionen aller 12 in der Tabelle aufgeführten Arten und zeigt uns durch ihre heutige Artverbreitung in Amerika (Alaska bis Antarktis), wie die genannte boreal-australe Disjunktion entstanden ist. Während aber *L. Floerkei* und *L. Hatcheri* auf der Nordhemisphaere ein kontinuierliches und auf der Südhemisphaere (Südamerika) ein disjunktes Areal besiedeln, ist es bei *Schisma* umgekehrt. Die Hauptmenge der *Schisma*-Arten lebt in Südamerika und nur zwei weisen ein disjunktes Areal in Europa auf, so daß möglicherweise die Wanderung der Gattung *Schisma* in umgekehrter Richtung erfolgte, wie die der Gattung *Lophozia*.

Augustenberg, im März 1916.

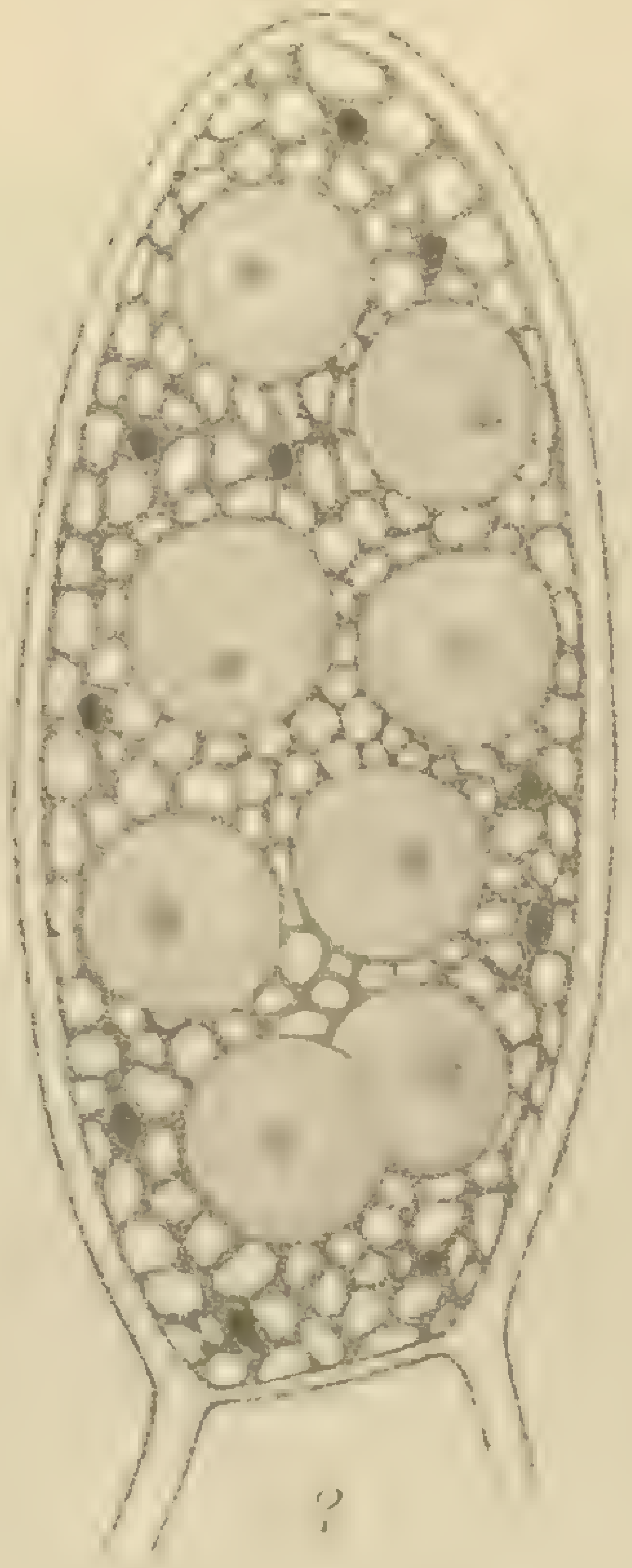

k
k
k
k
1
2
3
s
s
s
e
c
k
k
k
k
k
k
k
k
s
s
b
b
5
4
s
s
s
b
6

Gickelhorn u. Molisch gez.

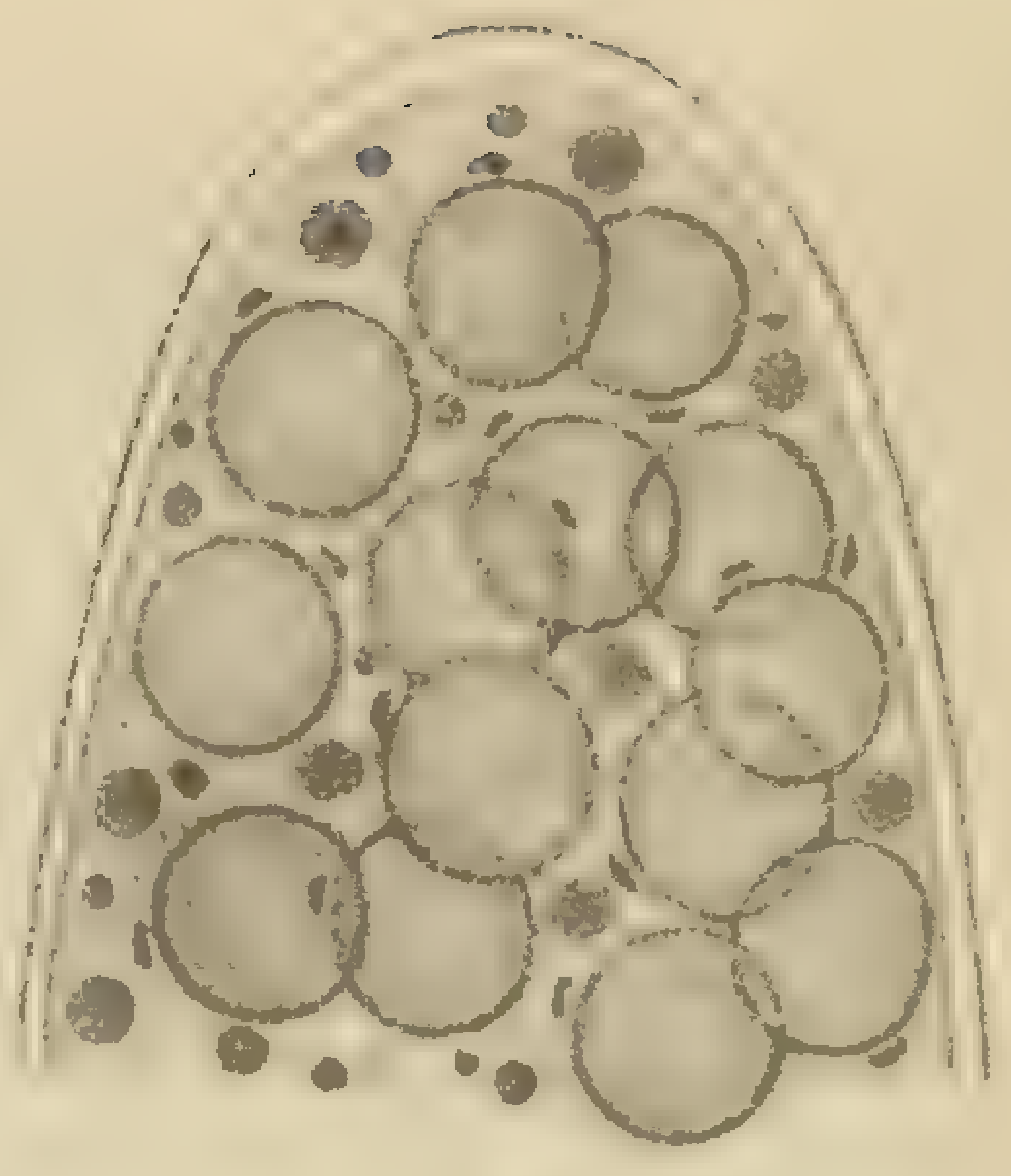
E. Laue lith.



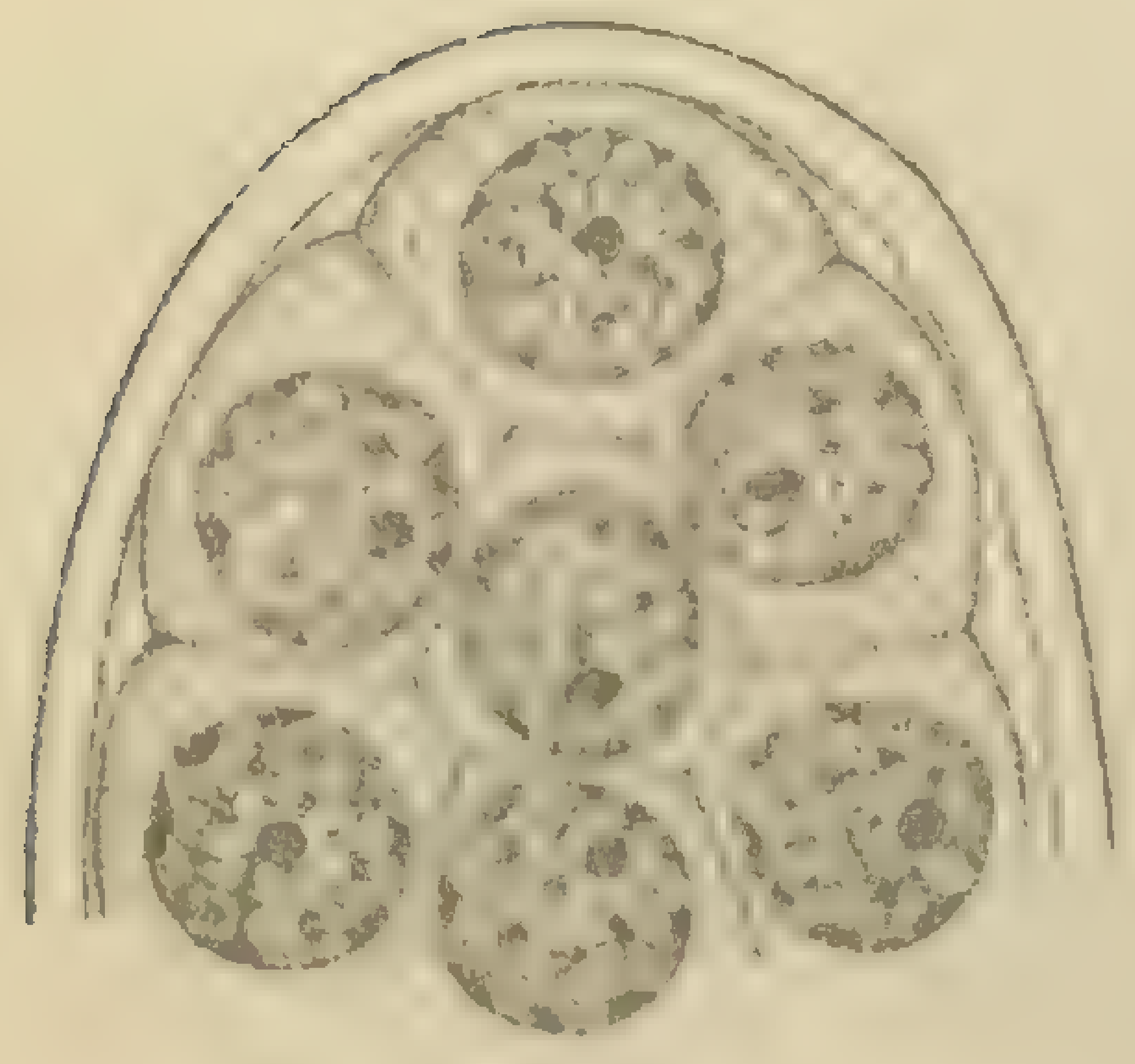
1



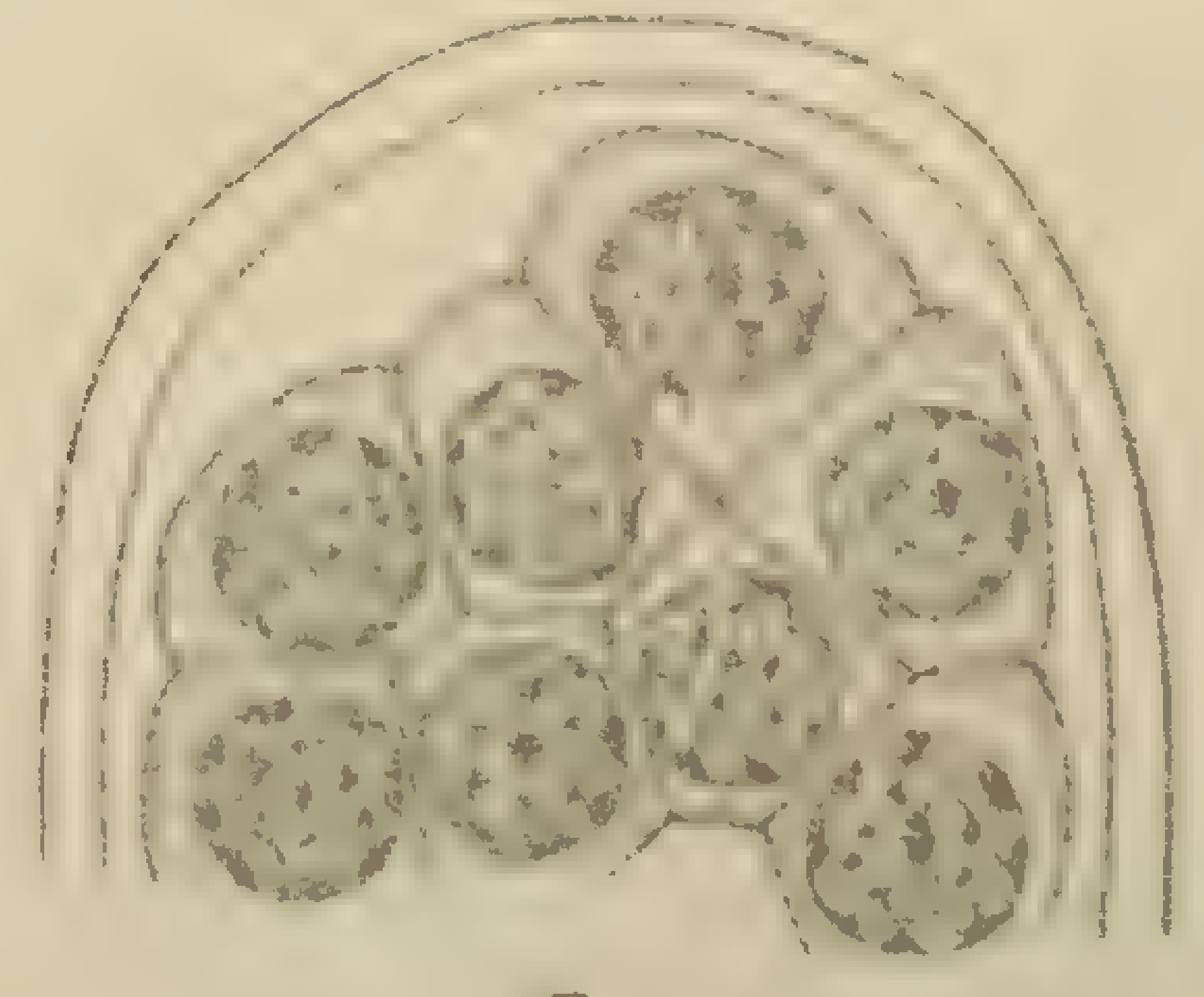
2



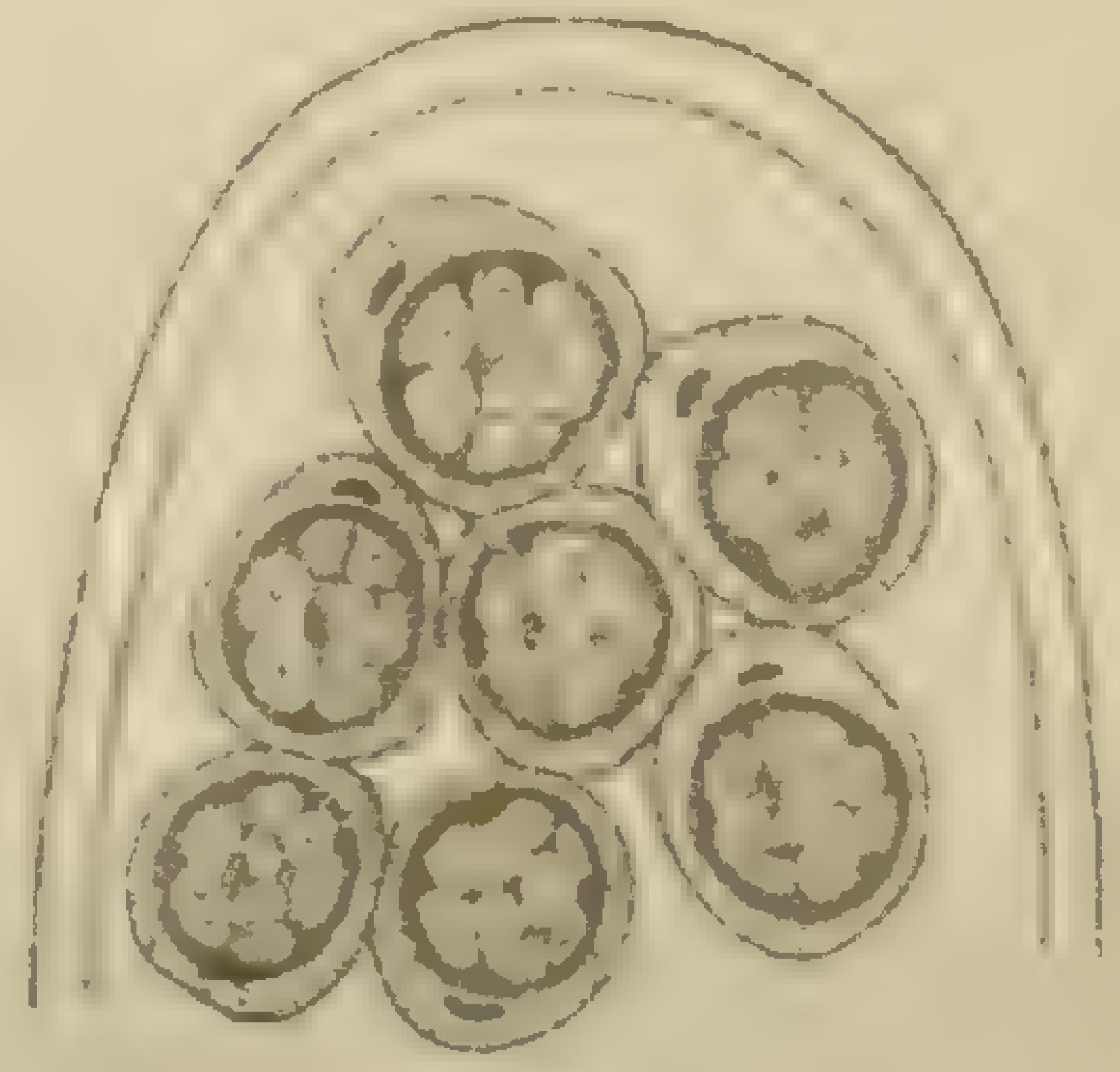
3



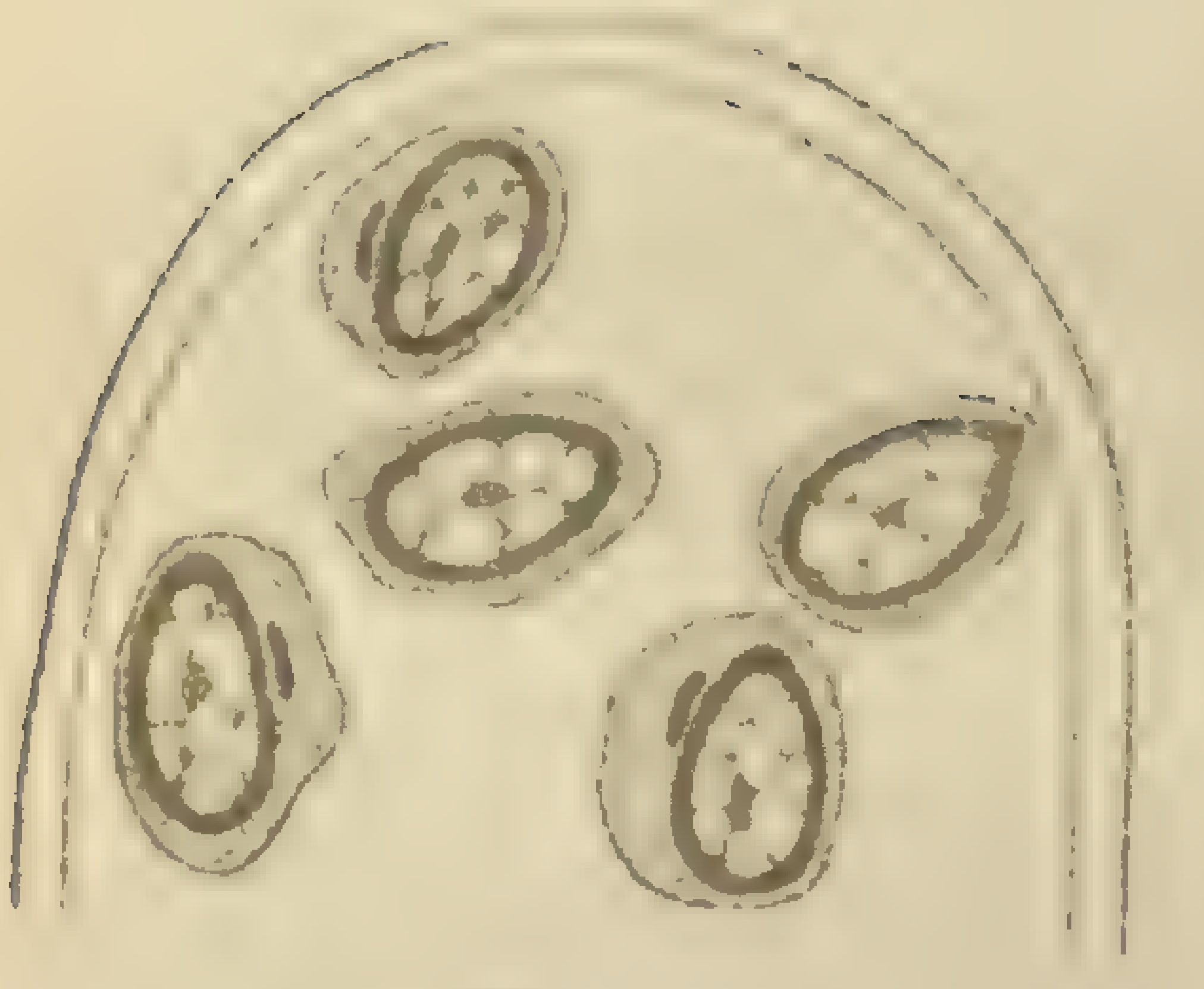
4



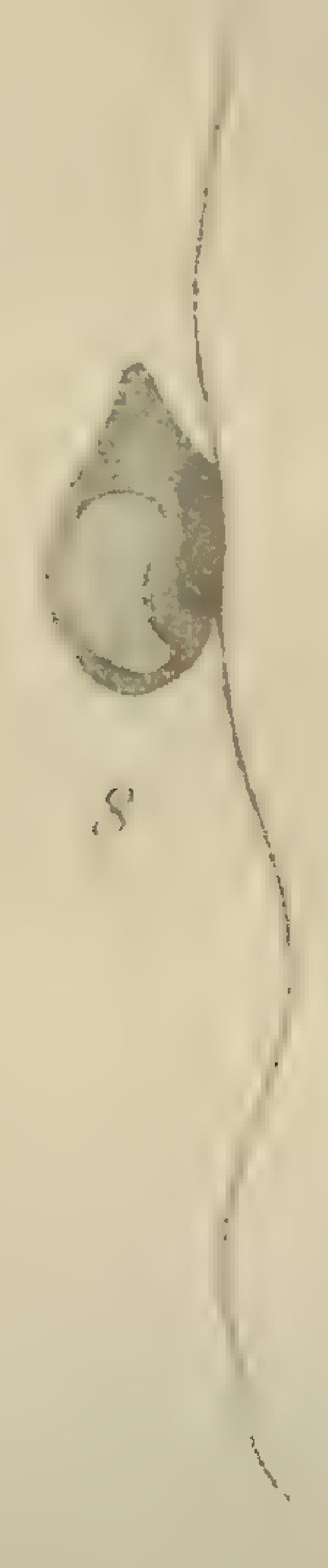
5



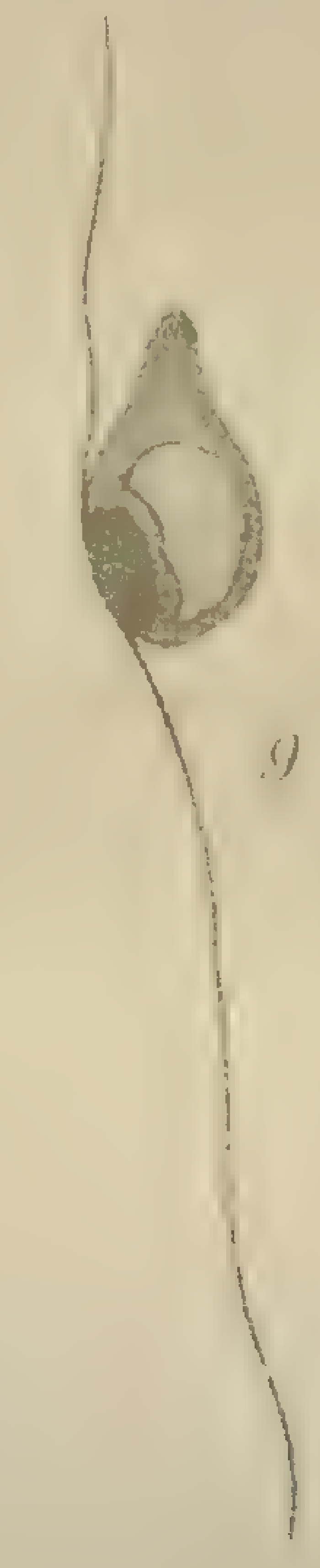
6



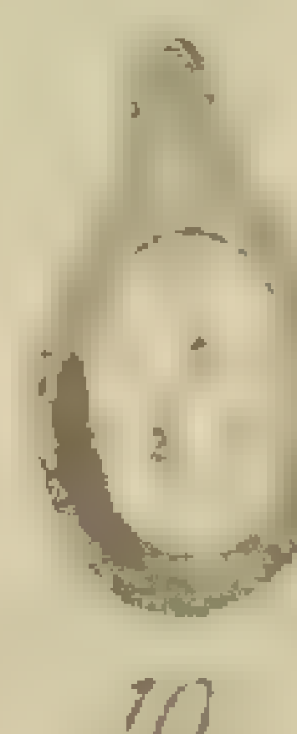
7



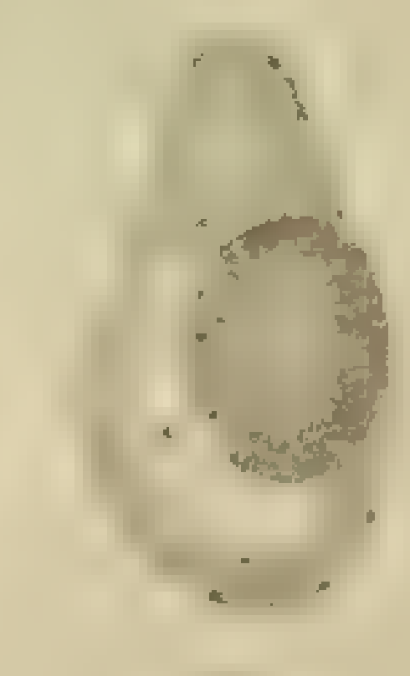
8



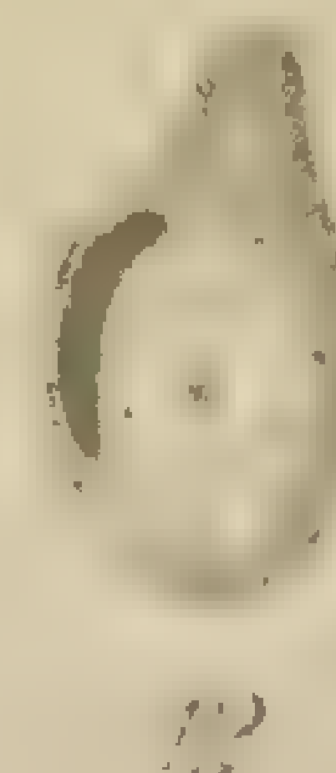
9



10



11



12

[illegible] [illegible]

[illegible]

Sitzung vom 28. April 1916.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr
Suchlandt, Otto, mag. pharm. in **Davos** (durch A. PASCHER und C. SCHRÖTER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren
Kirschstein, W. in **Berlin-Pankow** und
Neumeyer, Hans in Wien.

Mitteilungen.

21. Friedrich Oehlkers: Beitrag zur Kenntnis der Kernteilungen bei den Charazeen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 4. April 1916.)

In der Zytologie der Charazeen harrten trotz der Untersuchungen von OVERTON, STRASBURGER, DEBSKI und GÖTZ noch einige Fragen der Lösung. Zunächst war in der vegetativen Teilung die Zahl der Chromosomen noch nicht mit völliger Sicherheit festgestellt und vor allen Dingen die Frage nach dem Ort der Reduktionsteilung offen geblieben. DEBSKI hatte den Raum, in dem sie gesucht werden muß, schon eingeengt, da er nachgewiesen hat, daß bei *Chara fragilis* weder bei der Ausbildung des Oogoniums noch bei der des Antheridiums eine Reduktionsteilung stattfindet. Ebenso waren die Verhältnisse des ruhenden Kerns in der Zygote trotz der Arbeiten von OVERTON, DE BARY und GÖTZ noch nicht hinreichend klargestellt. Diese Fragen zu lösen, sollte in der folgenden Arbeit versucht werden.

Material und Methode.

Das Material zu den Untersuchungen ist teils an Ort und Stelle fixiert, teils im Botan. Garten in Freiburg in Gläsern kultiviert. Es handelte sich hierbei fast ausschließlich um eine Form von *Chara foetida*, da *Chara fragilis* in dem Sommer 1913 sehr spärlich war und vor allen Dingen nicht fruktifizierte. Fixiert wurde das Material für die vegetative sowohl wie für die generativen Teilungen hauptsächlich mit Chrom-Essigsäure. Die Zeit der Fixierung für die vegetative Kernteilung waren sonnige Vormittage; für die Kernteilung in der Zygote wurde zu allen Zeiten, tags und nachts fixiert. Die Präparate der vegetativen Kernteilung wurden nach den üblichen Methoden durch Mikrotomschnitte erhalten und mit Hämatoxylin-Eisenalaun nach Haidenhain gefärbt, dagegen erforderte die Präparierung der Teilungen in der Zygote eine besondere Methode. Erhalten wurden die Zygoten hauptsächlich durch Auswaschen und Aussieben von Charapflanzen im Herbst, wobei möglichst versucht wurde die Zygoten von Sand zu reinigen. Vollständig gelang allerdings die Reinigung von halbverfaulten Pflanzenresten nicht, was nachher sehr bedeutungsvoll wurde. Aus den Kulturen im Botan. Garten erhielt ich fast saubere Zygoten, die sich im Frühjahr kaum bewegen ließen zu keimen, während die verunreinigten Kulturen durchgehend im Laufe von drei Wochen ausgekeimt waren. Zweifellos spielen thermische und chemische Reize bei der Keimung eine große Rolle. Die Keimung begann Ende Februar und endete Mitte März. In diesem Zeitraum wurde zu allen Tageszeiten fixiert. Ein erneuter Zusatz von Essigsäure läßt bei der Fixierung die Kalkreste verschwinden. Die Einbettung des Materials geschah in der üblichen Weise über Alkohol und Xylol resp. Chloroform in Paraffin. Die Schwierigkeit begann mit der Einbettung in Paraffin; da die dunkle Membran der Zygote äußerst undurchlässig ist, mußten die Zygoten zwei Monate lang im Thermostaten in Paraffin gehalten werden, ehe sie geschnitten werden konnten. Dann erst war das Paraffin einigermaßen durchgedrungen. Beim Schneiden selbst zeigte sich, daß sich die Zygoten besser in einem Paraffin von niederem Schmelzpunkt schneiden lassen, wie in einem solchen von höherem. Es wurde Paraffin von 48—50° Smp. verwandt; in härterem zersplittert alles. Dünnere Schnitte wie 30 μ lassen sich nicht herstellen, ist auch nicht nötig.

Die zweite Schwierigkeit bot die ungeheuere Masse Reservesubstanz, mit der die Zygote vollgepfropft ist. Diese, hauptsächlich Stärke, mußte deshalb entfernt werden, weil sie genau in derselben Weise wie die chromatische Substanz der Zellkerne Haematoxylin und andere Farbstoffe speichert, so daß eine Unterscheidung nicht möglich ist, besonders wenn die Kerne von Stärke bedeckt sind. Nach einer großen Anzahl vergeblicher Versuche wurde folgende Methode angewandt:

Die Schnitte wurden auf etwa 90° C erwärmt (85° ist die Verquellungstemperatur dieser Stärke) und nachher in eine Lösung von Diastase gebracht. Die Diastase wurde aus Malz hergestellt, 75 gr gemahlener Malz mit 100 cbcm Wasser übergossen. Der Auszug wurde nach einigen Stunden abfiltriert und diese Lösung direkt angewandt. Die Verzuckerung der Stärke wurde durch eine konstante Temperatur von 38—40° beschleunigt. Desinfiziert wurde die ganze Lösung durch Kalium-Arsenid, um die Bildung von Bakterienhaufen zu vermeiden, die die Bilder nachher erheblich stören. Die beste Wirkung wurde erzielt mit 2 gr Kalium-Arsenid in 100 cbcm Diastaselösung; wird die Lösung stärker damit versetzt, so wird das Eiweiß, mit dem die Schnitte aufgeklebt sind, angegriffen. Gefärbt wurde hauptsächlich mit Haematoxylin-Eisenalaun und mit Eosin in Nelkenöl nachgefärbt.

Vegetative Teilung.

Zu der vegetativen Teilung ist noch folgendes zu bemerken. Die Zahl der Chromosomen beträgt nach meinen Präparaten bei *Chara fragilis* 24, bei *Chara foet.* 16, bei *Nitella syncarpa* 12. Die Abweichung von der Ansicht STRASBURGERS erkläre ich mir damit, daß es sich um zwei äußerlich gleiche, aber in der Chromosomenzahl abweichende Varietäten gehandelt hat, da ja die exakte Arbeitsmethode von STRASBURGER bekannt ist.

Kernverhältnisse in den Zygoten.

Untersuchungen über die Zygoten sind nur an *Char. foet.* gemacht. Die Befruchtung der Eizelle ist durch GOETZ genau beschrieben; ich habe vollkommen übereinstimmende Resultate mit ihm, bis auf die von ihm angegebene Wanderung des Chromatins aus dem Eikern in den Keimfleck an der Spitze der Zygote, wovon ich nichts beobachtet habe.

Nach der Befruchtung wandert der Kern an die Spitze der Zygote und bleibt etwas von der oberen Membran entfernt liegen. In diesem Zustand überwintert die Zygote, gegen niedere Temperaturen äußerst widerstandsfähig. Zur äußeren Morphologie der Keimung ist zu den Resultaten von DE BARY nichts hinzuzufügen. Die zytologischen Verhältnisse stellen sich folgendermaßen dar (s. Abb. 1).

Bei Beginn der Keimung wird die Spitze der Zygote etwa bis zum Kern hin stärkefrei, darauf teilt sich der Kern und es wird zwischen den beiden Tochterkernen eine Wand angelegt, aber nicht durch das Protoplasma fortgesetzt, sondern sie bleibt nur innerhalb der Spindel. Darauf gehen die beiden Tochterkerne wieder eine Teilung ein, worauf die vorher angelegte Wand wieder aufgelöst wird. Bald darauf nimmt der oberste der vier Kerne an Größe zu, während die drei unteren Degenerationserscheinungen zeigen, und nur die Wand, die den oberen Kern von den drei übrigen trennt, wird ausgebildet, die übrigen werden aufgelöst. Diese Wand ist es, die von DE BARY beschrieben wird. Sie liegt senkrecht zur Längsachse der Zygote, die zurückbleibenden drei Kerne degenerieren unter vorhergehender Fragmentation. Während dieser Vorgänge ist die Zygote äußerlich vollständig in Ruhe geblieben, und erst jetzt, nachdem die Wand gebildet ist, beginnt die vorn abgeschnürte protoplasmatische Kuppe die Spitzen der Zygote auseinanderzudrängen. Gleichzeitig teilt sich der vordere Kern noch einmal und es wird eine Wand parallel zur Längsachse der Zygote gebildet. Nun entstehen aus diesen beiden Kernen je drei Kerne, wodurch oberhalb der ersten Querwand ein vollständiger aus vier Zellen gebildeter Knoten entsteht. Gleichzeitig strecken sich die schon vorher angelegten Spitzen des Vorkeimes in die Länge und treten in der von DE BARY beschriebenen Weise aus der Zygote heraus. In sie hinein wandern die beiden übrigen Kerne. Derjenige Teil des Vorkeimes, der den Sproß nachher bildet, fängt nach einiger Zeit an, einen weiteren Knoten zu bilden, worauf die normale Entwicklung der *Chara*pflanze beginnt. Daher ist dieses ganze Gebilde als Keimling, nicht aber als Vorkeim anzusehen, wie schon OLTMANNS aus andern Gründen gezeigt hat.

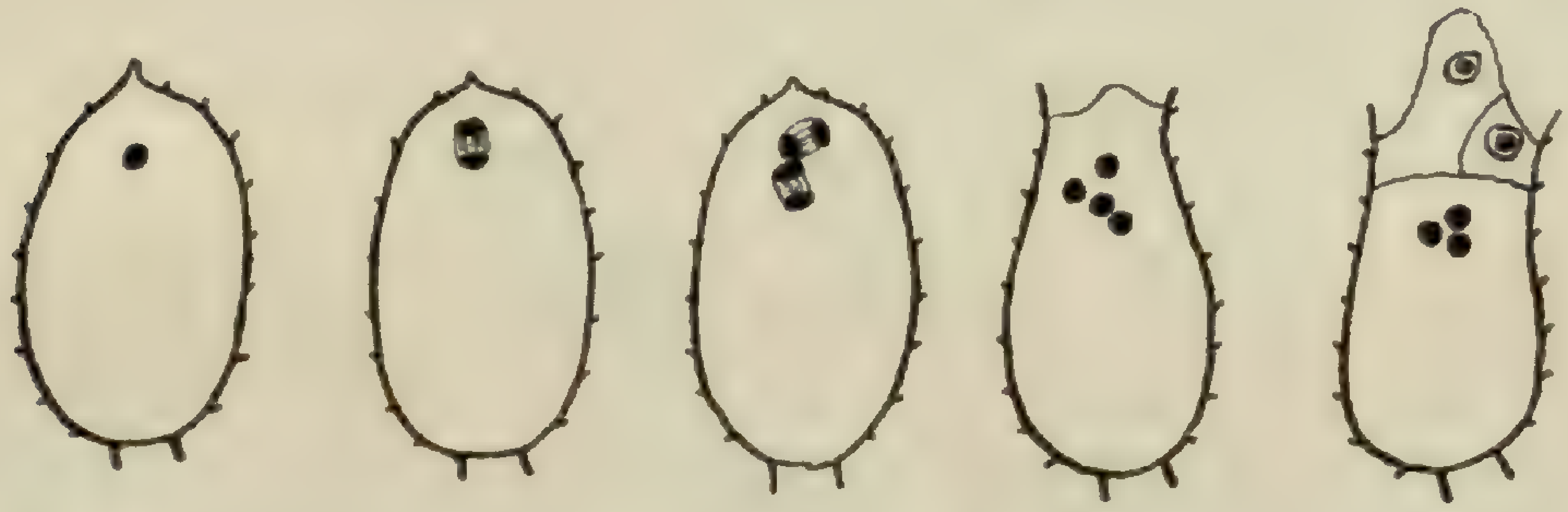


Abb. 1. Schematische Darstellung der Kernteilungsvorgänge in der keimenden Zygote.

Es bleibt nun noch übrig, über den Modus der Kernteilungen, sowie über die Chromosomenzahlen in denselben zu berichten. Gleich nach der Befruchtung ist mit dem Kern eine Veränderung vor sich gegangen, er speichert den Farbstoff viel begieriger wie vorher und nachher, seine Gestalt hat sich verändert, man kann nur mit Mühe eine Grenze zwischen Kern und Protoplasma erkennen. Der Kernkörper ist vollständig verdrückt, sieht aus als besäße er Pseudopodien, und die chromatische Substanz ist vollständig auf einen Klumpen in der Mitte zusammengezogen. In dem Kernkörper findet sich daher keinerlei Granulierung, wie in den ruhenden vegetativen Kernen. Von der nunmehr eintretenden Teilung wurden nicht alle Stadien beobachtet. Zwar wäre eine genaue Kenntnis dieses Vorganges zum Vergleich mit anderen recht wünschenswert, doch ist für das Problem des Generationswechsels das theoretisch wichtige an der Kernteilung die Zahl der Chromosomen. Ich habe eine Prophase und eine Telophase der ersten Teilung beobachtet, ferner eine Telophase der zweiten Teilung. In der ersten Teilung ist die Unterscheidung von Chromosomen und Chondriosomen außerordentlich schwierig, so daß eine völlige Sicherheit in der Zahl nicht gegeben werden kann. Schätzungsweise sind mehr als 30 Chromosomen vorhanden, wenn man die dunkler gefärbten und größeren Körperchen als Chromosomen auffaßt, was sich mit der theoretischen diploiden Zahl in Einklang bringen ließe. Sicher festzustellen war die Chromosomenzahl bei der Telophase der ersten und zweiten Teilung, und zwar mit 16 Chromosomen. Wenn nun auch die diploide Zahl nicht mit vollständiger Sicherheit nachgewiesen werden konnte, so ist jedenfalls nachgewiesen, daß in sämtlichen anderen Teilungen nur die haploide Zahl vorkommt, also die Reduktionsstellung notgedrungen bei der ersten Teilung des ruhenden Zygotenkerns eintreten muß, was ja auch gut mit der Tatsache, daß es sich dabei um eine Art Tetradenteilung handelt, übereinstimmt. Die diploide Generation bei *Chara foet.* beschränkt sich demnach auf die ruhende Zygote, womit die Tatsache übereinstimmt, daß der ruhende Zygotenkern der einzige ist, der morphologisch eine andere Form als alle übrigen Kerne annimmt.

Weitere Untersuchungen wurden durch den Ausbruch des Krieges unmöglich gemacht.

22. A. Pascher: Über die Kreuzung einzelliger, haploider Organismen: Chlamydomonas.

(Mit 5 Abbildungen im Texte.)

(Eingegangen am 11. April 1916.)

Die geschlechtliche Vereinigung der Geschlechtsprodukte zweier artverschiedener, einzelliger und einkerniger Organismen, sowie die Keimung und die Bildung der Nachkommen aus solchen Heterozygoten scheint noch nicht gelungen zu sein. Bei meinen Studien über die Algen und Flagellaten versuchte ich auch diese Frage anzugehen. Versuche an *Ulothrix* führten wohl zur Bildung von Heterozygoten zweier Arten; ihrer waren aber so wenig, daß sie bei den Versuchen zur Isolierung verloren gingen. Einmal glückte sogar vereinzelt die Heterogamie von Gameten einer *Stigeoclonium*-Art und einer *Draparnaudia.* Es wurden aber nur zwei Heterozygoten gebildet. Zwischen zwei *Spirogyra*arten gelang einmal die Bildung einer Heterozygote; sie wurde auch zur Keimung gebracht. Der Keimling erreichte aber nur wenige Zellen und ging dann zugrunde. Soweit diese Versuche von Interesse sind, sollen sie anderenorts eine Darstellung finden. Hier soll nur kurz über einen gelungenen Kreuzungsversuch zwischen zwei *Chlamydomonas*arten berichtet werden, deshalb weil ich die vorläufige Bekanntgabe einiger Resultate nicht hinausschieben möchte, andererseits aus persönlichen Gründen jetzt nicht in der Lage bin, die ausführliche Arbeit darüber zum Drucke vorzubereiten. Es scheint dies der erste gelungene Versuch der Kreuzung haploider, einkerniger Organismen zu sein.

Das Ausgangsmaterial bildete eine *Chlamydomonas*art, die aus einem Tümpel aufgesammelt und auf Agar gezüchtet wurde. Reinkulturen wurden nicht erreicht, ein im übrigen auf dem „anorganischen“ Agar schlecht wüchsiges Stäbchen war ziemlich beständig, wenn auch spärlich zu finden. Sonst war die Kultur rein. Auf Agar bildete diese Art *Gloeocystis*-artige Lager. Wurden die Kulturen einige Zeit dunkel und wärmer gestellt (17 - 20°), wurden also die gespeicherten Assimilate rasch aufgebraucht, die Alge dann in Nährsalz-freies Wasser übertragen, so erfolgte überaus reichliche Gametenbildung. Die Gameten kopulierten reichlich.

Diese Art wird als *Chlamydomonas* I geführt[1]). Ihre Morphologie geht aus der Figur a in Abb. 1 hervor: Zelle eiförmig, schlank, vorn verschmälert, ohne Membranpapille doch mit zarter, manchmal abstehender Membran. Geißeln mehr als doppelt körperlang. Chromatophor typisch seitenständig, mit seitlichem Pyrenoid. Kern zentral. Stigma strichförmig, im vorderen Drittel. Pulsierende Vakuolen zwei, vorne, Vermehrung durch eine Längsteilung, dann Drehung und neue Teilung: vier Zoosporen. Gameten zu acht gebildet, die dritte Teilung durch sekundäre Verschiebung räumlich nicht fixierbar. Sie sind etwas weniger verschmälert, ohne Membran. (Abb. 2a.) Zygoten derb skulpturiert, ohne abstehende Hüllen[2]).

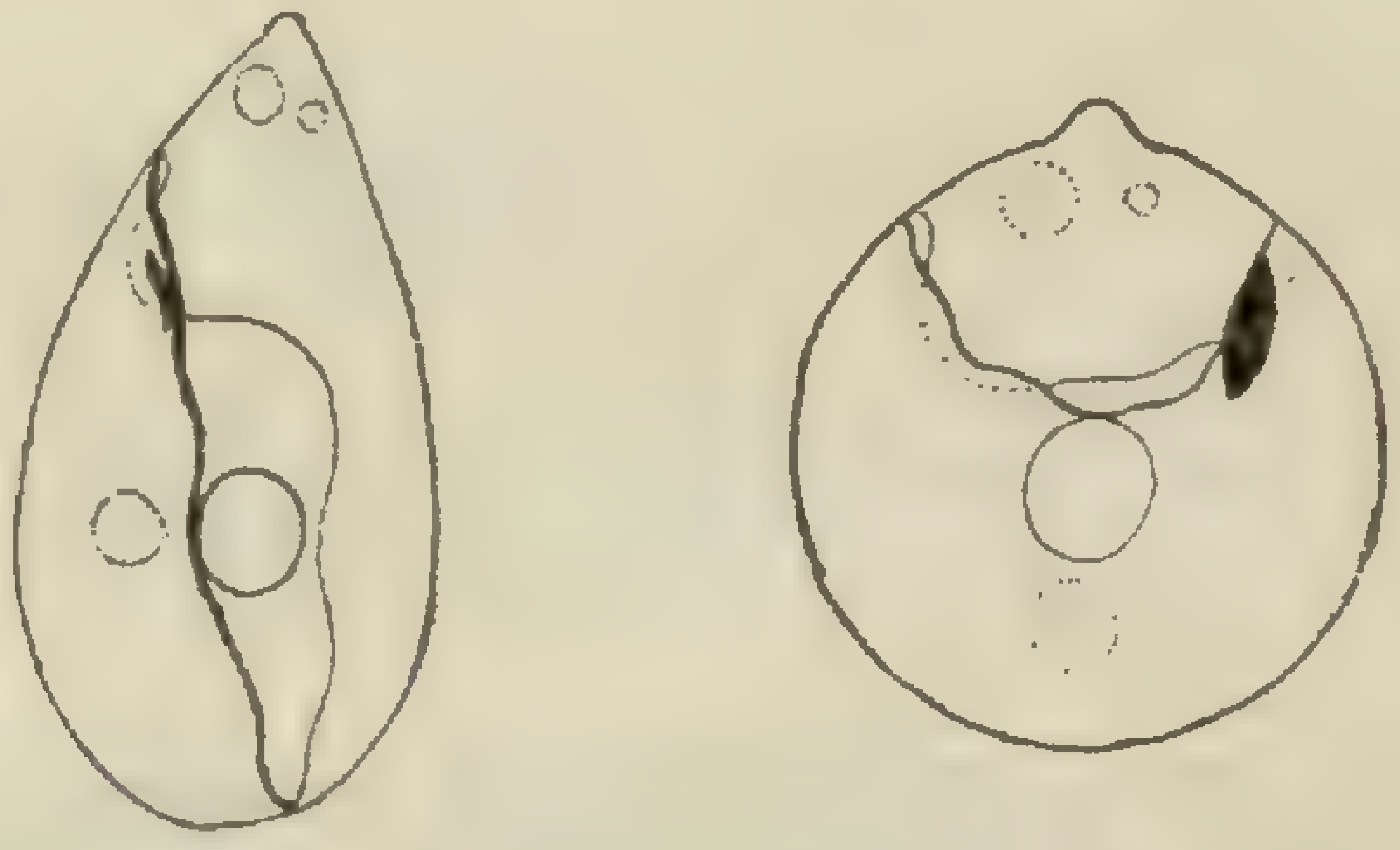

a b

Abb. 1.

a. vegetatives Individuum von *Chl.* I, b. vegetatives Individuum von *Chl.* II. In dieser wie auch in allen anderen Abbildungen sind nur die Umrißlinien der einzelnen Organe gezeichnet, um die Lagerungsverhältnisse deutlicher zu machen. Diese Umrißlinien wurden mit Hilfe des Zeichenprismas gemacht. Es wurden dabei nur solche Individuen wiedergegeben, deren Chromatophoren relativ klein und scharf umrissen waren.

Da diese Art so leicht Gameten bildete, so wurde jedesmal, wenn irgend Gameten bildende Chlamydomonaden reichlicher in Kulturen auftraten, versucht Kopulation der verschiedenartigen Gameten herbeizuführen. In über 120 Fällen mißlang dies völlig.

---

[1]) Obwohl mit der Bearbeitung der Volvocales für die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz (FISCHER-Jena) beschäftigt, vermag ich diese Arten nicht völlig sicher mit anderen *Chlamydomonas*arten zu identifizieren. Das hängt aber auch damit zusammen, daß die meisten *Chlamydomonas* nicht vollständig bekannt sind. Ich spreche daher, um einen kurzen Ausdruck zu haben, von *Chlamydomonas* I und *Chlamydomonas* II. Erstere ist mit großer Wahrscheinlichkeit bislang noch nicht beschrieben; *Chl.* II aber hat viel Anklänge an andere Arten, deckt sich aber auch mit keiner.

[2]) Diese Art degenerierte bei der ständigen Kultur auf Agar zusehends. Auch Überführung in flüssiges Medium und Aufzucht aus Zygoten glich nicht aus. Es scheinen durch die „Trockenkultur“ bei manchen Arten doch dauernde Störungen einzutreten.

Aus unbekannten Gründen schritt nun eine *Chlamydomonas*-Art (*Chl.* II), die in einer sehr erschöpften Nährlösung gehalten wurde, plötzlich zur Gametenbildung. Ihre Zelle war fast kugelig (Fig. 1b) mit deutlicher Membran und Membranpapille. Chromatophor groß, basal und weit nach vorne reichend, mit basalem Pyrenoid. Kern zentral. Augenfleck vorne, fleckförmig. Vakuolen zwei. Geißeln relativ kurz. Vermehrung durch vier Zoosporen. Gameten ellipsoidisch mit nicht verschmälerten Enden, deutlicher Membran, mit Papille (Fig. 2b, c). Zygoten glatt, mit abstehenden Hüllen[1].

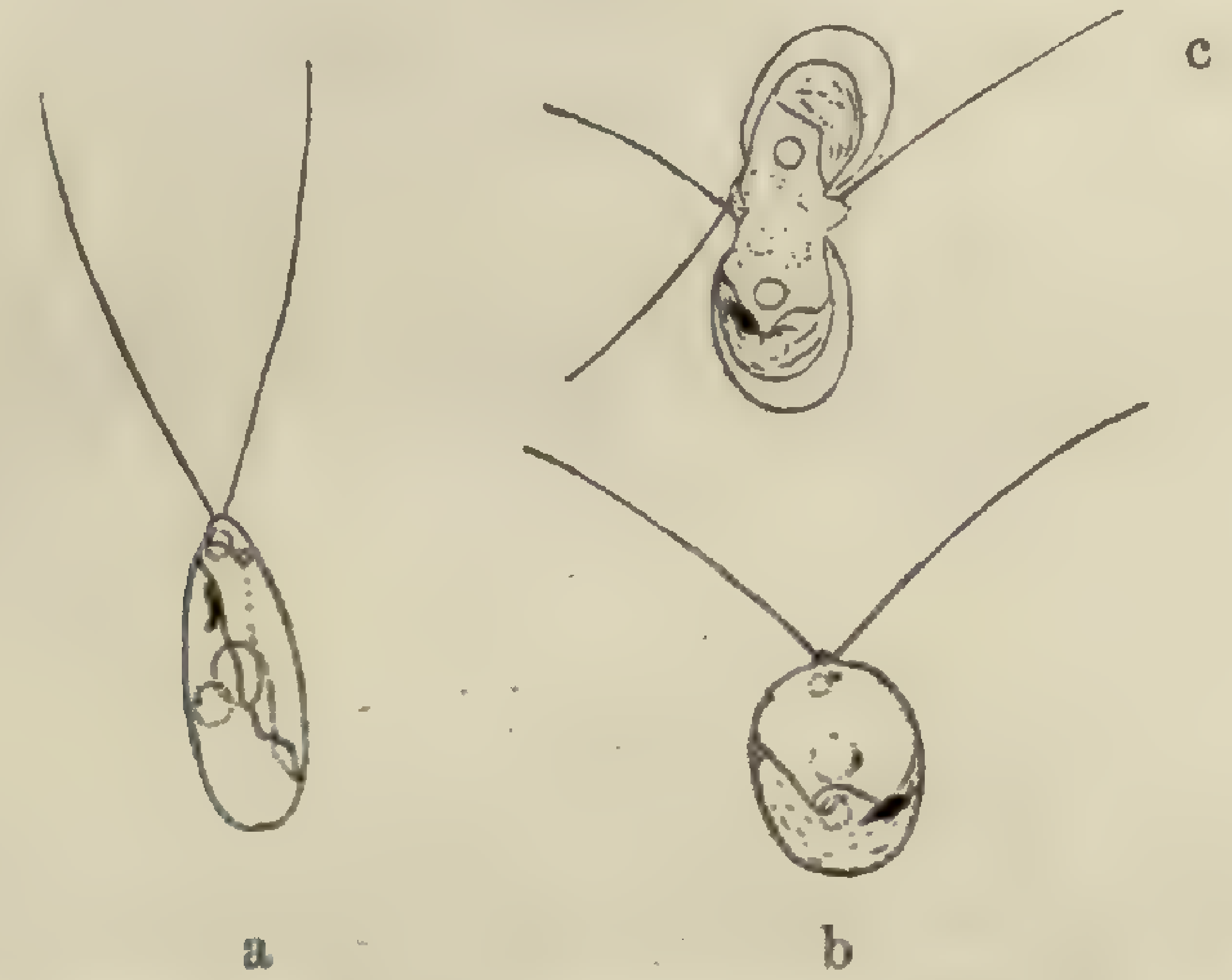


Abb. 2. a. Gameten von *Chl.* I, b. Gameten von *Chl.* II, c. Kopulation zweier *Chl.* II-Gameten.

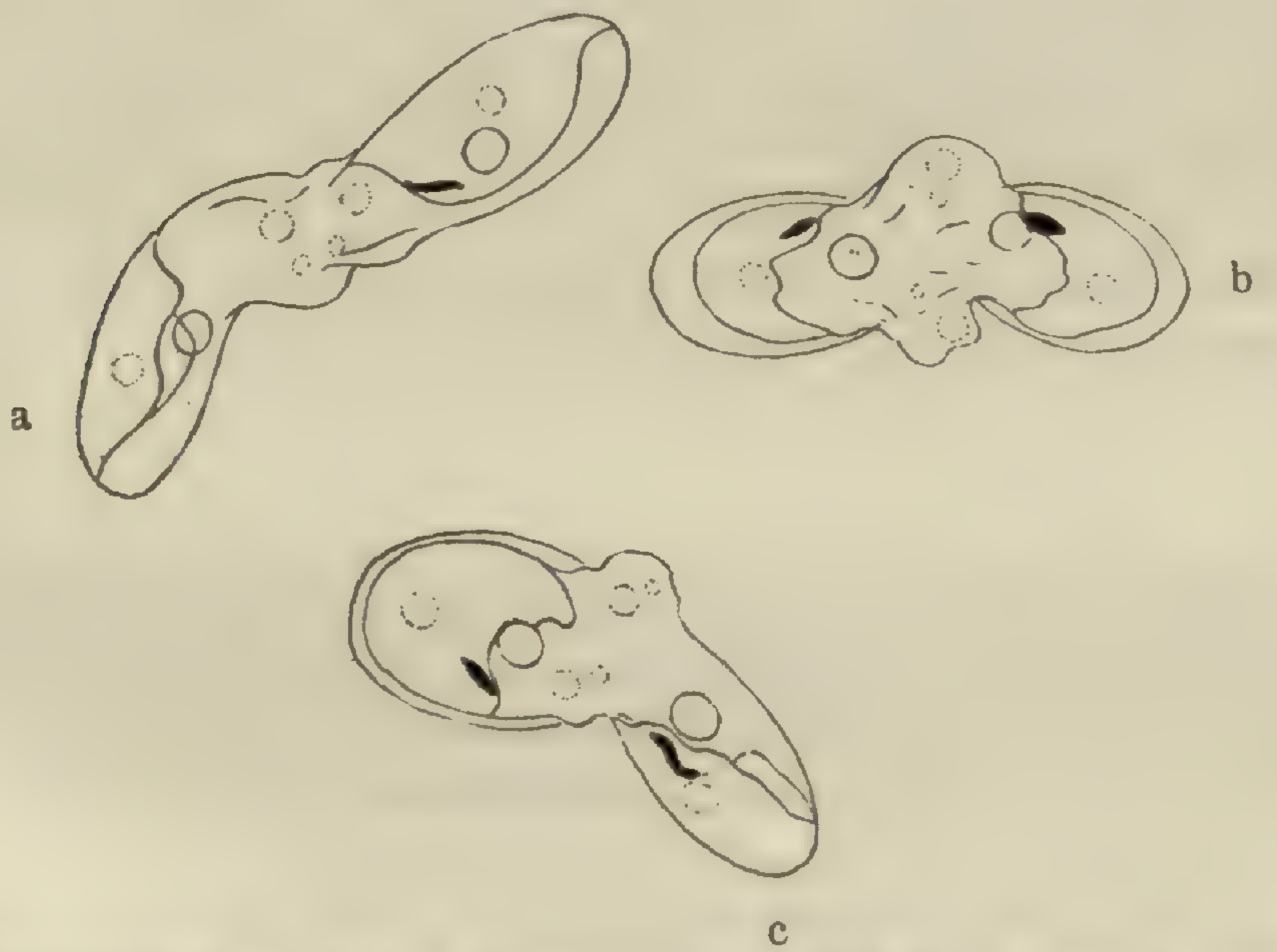


Abb. 3. Kopulation a. zweier Gameten von *Chl.* I, b. zweier Gameten von *Chl.* II, c. einer Gamete von *Chl.* I mit einer Gamete von *Chl.* II.

---

[1] Im Wasser waren die Hüllen im optischen Schnitte kreisrund; auf Agar waren sie meist verzogen und gegeneinander exzentrisch verschoben. Daran haben wohl die Spannungen im Agar schuld.

Diese Arten hatten, wie viele andere *Chlamydomonas*arten 10 Chromosomen; diese zeigten weder von Art zu Art noch untereinander Unterschiede.

Chl. II war viel lichtempfindlicher als *Chl.* I, ihre Optima lagen darin deutlich voneinander. *Chl.* II bildete auch unter gleichen Bedingungen wie *Chl.* I keine Gloeocysten.

Die Keimung der Zygoten konnte bei beiden Arten gesehen werden. Besonders *Chl.* I, eine auch sonst sehr gutmütige Art, hat sehr leicht keimende Zygoten. Bei beiden Arten wurden hierbei 4 Schwärmer gebildet. (Bei *Chl.* II an 6, bei *Chl.* I an 22 Zygoten beobachtet.)

Die Heterozygoten aus *Chlamydomonas* I und *Chlamydomonas* II.

Als beide Arten in eifriger Gametenbildung begriffen waren, wurde versucht, Heterozygoten zwischen beiden Arten zu erhalten. Dazu wurde gametenhaltiges Material beider Arten recht durcheinandergemischt, das Gemenge dann zentrifugiert und Proben auf Deckgläser verteilt. Wider alles Erwarten fanden sich relativ reichlich (bis 3 pCt. der Kop. Paare) beginnende Fusion zwischen je zwei artfremden Gameten. Es war dies um so mehr verwunderlich, als die *Chl.* II-Gameten behäutet waren. Es gelang mit Ausnutzung früherer Erfahrung auch experimentell die Zahl solcher Fusionen zu erhöhen[1]), in dem in bestimmter Weise Konzentrationsgefälle (spez. von solchen Stoffen, die die Oberflächenspannung vorübergehend herabsetzen, erzeugt wurden. Dann erfolgte häufig in bestimmten Zonen Kopulation. Im ganzen wurden über 300 Versuche gemacht, trotzdem relativ viele Heterozygoten erzeugt wurden, gelang schließlich doch nur die völlige Isolierung, die ja für weitere Studien so notwendig ist, bei etwa 80. Sie war sehr schwer.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Homozygoten der beiden Arten in charakteristischer Weise voneinander verschieden waren: *Chl.* II hatte glatte Zygoten mit mehreren Hüllen (Abb. 4a), *Chl.* I derbskulpturierte mit sternförmigem Querschnitt (Abb. 4b), ohne Hüllen. Erstere hatte behäutete Gameten, ihre abgestoßenen Membranen blieben immer wie zwei Öhrchen an der geschichteten Zygotenhülle hängen. Diese Öhrchen waren sogar noch an

---

1) Es geschah dies im Zusammenhange mit Studien über die Grundlagen des Fusionsprozesses sowie der rhizopodialen Formbildung. Diese Studien begannen mit der Beobachtung, daß (Bibl. Botan. 67, 1907) bei bestimmter Konzentration bestimmter Stoffe die Kopulationsfähigkeit von Gameten dauernd gehemmt wird. Sie wurden oftmals, einerseits durch die besondere Schwierigkeit der Materialbeschaffung, wie auch aus persönlichen Gründen unterbrochen, oft lange überhaupt eingestellt. Sie sollen aber, sobald es mir körperlich möglich ist, abschließend durchgeführt werden.

leeren Zygoten zu sehen. Mir kam keine Zygote von *Chl.* II vor, die diese Öhrchen nicht gehabt hätte. Da *Chl.* I nackte Gameten hatte, so fehlten hier an den Zygoten auch die Öhrchen.

Die völlige Ausbildung der Heterozygoten konnte nun direkt im Mikroskop, und zwar zu vielen Malen von der Kopulation der beiden heterogenen Gameten an beobachtet werden. Die ausgebildeten Heterozygoten hatten nur schwach ausgeprägte Skulptur (Abb. 4c, d),

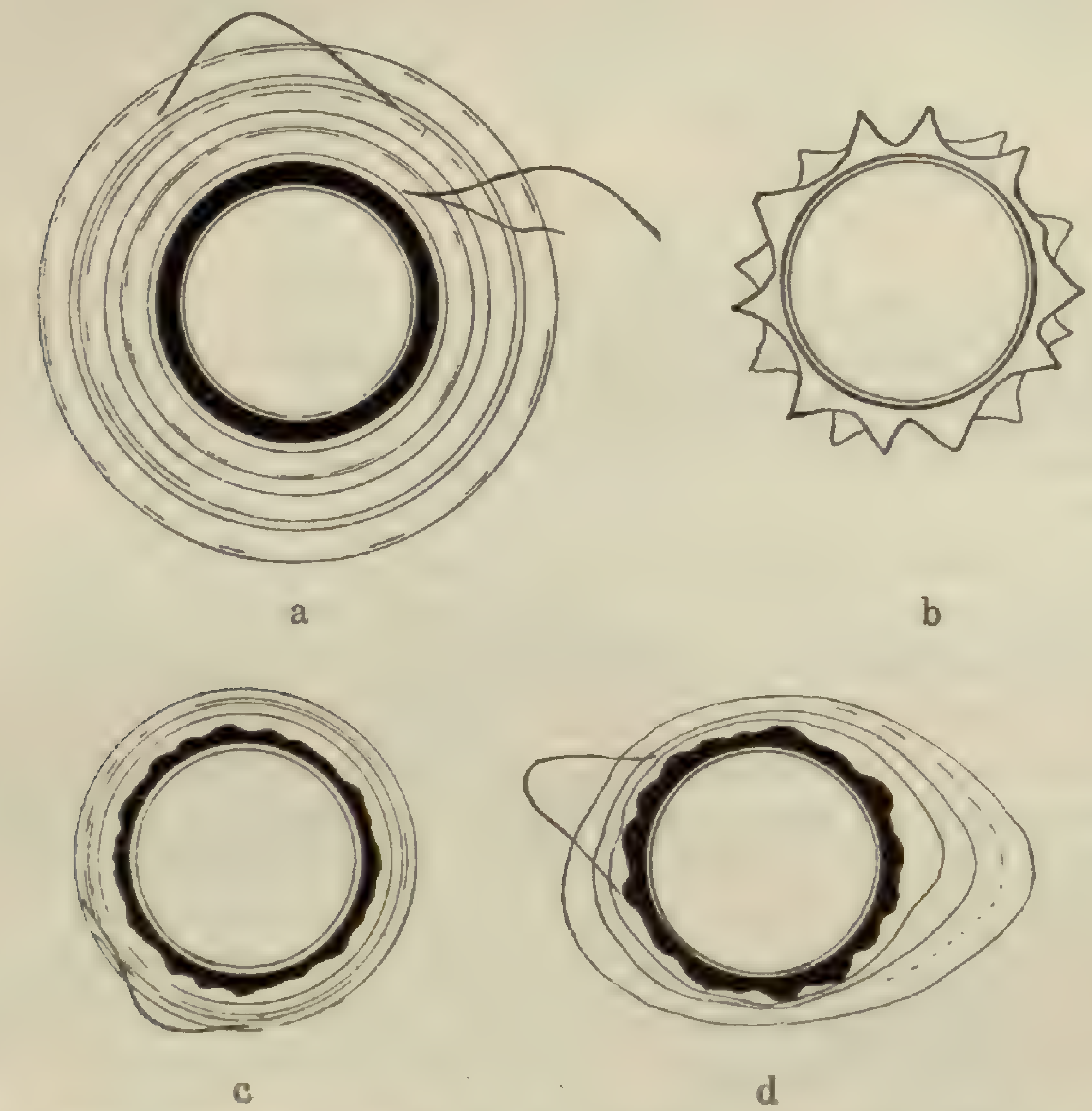


Abb. 4. a. Homozygote von *Chl.* II, b. Homozygote von *Chl.* I, c, d. Heterozygoten zwischen *Chl.* I und *Chl.* II, bei d sind die wenigen Hüllen durch Spannungen im Agar verzogen.

Bei den Homozygoten von *Chl.* II und den beiden Heterozygoten sind die Membranen der beiden resp. der einen Gamete von *Chl.* II noch deutlich zu sehen. Durch die Quellung der Hüllen wurden sie verzogen.

waren niemals glatt wie die Homozygoten von *Chl.* II und auch nie so sternförmig skulpturiert wie die von *Chl.* I. Stets waren zwei oder drei locker abstehende Hüllen vorhanden; sie hatten auch ein Öhrchen: die Membran des Gameten von *Chl.* II. Die Heterozygoten standen demnach morphologisch zwischen den beiderlei Homozygoten. Die beiden verschiedenen Gameten verhielten sich bei der Bildung der Heterozygoten insofern verschieden, als der Protoplast des Gameten von *Chl.* II erst dann aus seiner Hülle austrat, wenn der Gamet von *Chl.* I schon fast völlig mit ihm verschmolzen war[1]).

Es könnte nun die Frage aufgeworfen werden, ob die Kerne in solchen Heterozygoten verschmelzen. Die Kernverschmelzung erfolgte in den Homozygoten der beiden Arten im Gegensatze zu anderen Angaben über Kernverschmelzung in Zygoten, immer sehr bald, oft innert weniger Stunden, oft noch so lange die Membran sehr zart war.

Eine Reihe solcher Heterozygoten wurden in der üblichen Weise ausgedrückt und ausgefärbt. Die Resultate lassen sich dahin festlegen, daß die Kerne nach ganz kurzer Zeit bereits eng aneinandergelagert sind, nach mehreren Stunden bis zu drei Tagen aber gewiß miteinander verschmolzen. In ungefähr 35 Heterozygoten, die ca. drei Tage alt waren, waren sämtliche Kerne verschmolzen. Der Kopulationskern ist, ähnlich wie bei den Desmidiaceen, viel kleiner als der normale vegetative Kern.

Die Nachkommen der Heterozygoten.

Deckglasmaterial, in dem Kopulation der beiden Gametenformen reichlicher beobachtet wurde, wurde auf Agarplatten breitest verteilt, dann bei schwächerer Vergrößerung die ganze Platte abgesucht, die einzelnen Heterozygoten bei stärkerer Vergrößerung sichergestellt; mittels einer eigenen Einrichtung, die am Objektiv angebracht war, ein winziges Agarplättchen, auf dem die Heterozygote war herausgestochen, dieses samt der Heterozygote auf ein rundes kleines Deckgläschen gebracht. Dann wurden jene Präparate ausgesucht, in denen einwandfrei nur die Heterozygote vorhanden war, diese Deckgläschen kamen (Richtung nach oben) auf den Grund eines kreisförmig ausgeschliffenen Objektträgers; der Ausschliff wurde dann sorgfältig mit einem Deckgläschen zugedeckt. So wurden rund 80 Präparate mit je einer Heterozygote gesammelt. Diese bildeten das Material für die Untersuchung der Nachkommen der Heterozygoten.

Die Heterozygoten hatten leider nicht die leichte Keimfähigkeit der Zygoten des einen Elters (*Chl.* I), beibehalten. Sie wurden mit sterilem Wasser befeuchtet, in der Sonne wieder ausgetrocknet; geschah dies wiederholt, dann fingen einzelne an zu quellen. Diese wurden dann in ihrem weiteren Keimungsverlaufe entweder direkt bis zum Austritt der Schwärmer im Tropfen weiterbeobachtet; oder aber samt dem Deckgläschen in weite Kolben versenkt, die mit relativ wenig steriler Nährlösung versehen und mit einem Wattepfropf verschlossen waren.

---

[1]) *Chl.* II bildete auch Cysten aus unkopulierten Gameten. Diese Cysten hatten ebenfalls wie die Homozygoten eine völlig glatte Haut, und mehrere Schichten.

Auf diese Weise konnte die Keimung der Heterozygoten in 5 Fällen direkt beobachtet werden; während Kulturen, aus je einer einzigen Heterozygote entstanden, in einer leider nur geringen Zahl (8) erhalten wurden. Erwägt man, daß von 80 Heterozygoten der Ausgang genommen wurde, so ist das Resultat (18) sehr gering. Es ist aber erklärlich in Anbetracht der ganz außerordentlichen Schwierigkeiten, die mit diesen Versuchen verbunden sind. Die Mehrzahl der Heterozygoten ging bei dem wiederholten Anfeuchten verloren, sehr viele bereits ankeimende Heterozygoten, die in die Kolben zur Weiterkultur gebracht wurden, gingen in den Kolben zugrunde. Keimende Zygoten sind überhaupt ganz außerordentlich empfindlich. Es sei aber ausdrücklich bemerkt, daß bei allen 8 aus Heterozygoten erhaltenen Kulturen die keimende Heterozygote direkt vor der Überführung in die Kolben einwandfrei mikroskopisch festgestellt wurde.

Die acht aus Heterozygoten erhaltenen Kulturen lassen sich in zwei Gruppen teilen; in solche, in denen die beiden Stammarten, und zwar nur diese, auftraten; und solche, die nur aus Misch- oder Zwischenformen zwischen den beiden Stammarten sich zusammensetzten.

A. *Die Kulturen aus Heterozygoten, in denen sich nur die beiden Stammarten befanden.*

Von den acht Kulturen, die aus Heterozygoten hervorgingen, hatten fünf nur die beiden Stammarten. In diesen fünf Kulturen fanden sich beide *Chlamydomonas*arten wieder, und zwar in völliger mophologischer, wie auch i. bz. auf phototaktische Verschiedenheit auch in physiologischer Hinsicht. Die beiden Arten verhielten, wie variationsstatistische Tabellen ergaben, sich wie die beiden Stammarten, aus denen die Heterozygoten hervorgingen.

Auffallend ist der Umstand, daß sich beide Chromatophorenformen wieder fanden, besonders im Hinblicke auf Angaben, daß in der Zygote der eine Chromatophor verloren gehe.

Ich möchte aber glauben, daß diese Angaben von einzelnen Autoren zu sehr verallgemeinert wurden und daß sie sich nur auf jene Zygoten beziehen, bei denen nach der Reduktionsteilung nur ein lebensfähiger Keimling austritt, die drei anderen aber noch innerhalb der Zygote zugrundegehen — (vergl. *Spirogyra*).

In diesen Heterozygotenkulturen, die sich nur aus den beiden Ausgangsformen zusammensetzten, fiel aber immer das sehr wechselnde Zahlenverhältnis zwischen den Individuen der beiden rein wiederkehrenden Stammarten auf. Das zeigt der nachstehende Auszug aus den Verhältniszahlen. Es verhielten sich die Individien von *Chl.* II. zu denen von *Chl.* I in ihren Mengen wie: 10 : 1, 8 : 1, 5 : 1, 4 : 1, 12 : 1, 16 : 3, 28 : 1, 50 : 3, 14 : 1 usw. Dieses schwankende Zahlenverhältnis konnte ich mir lange nicht erklären. Ich übersah aber, es sei dies offen zugestanden, in der Fülle der bei diesen Arbeiten sich drängenden mechanischen Arbeiten, zuerst eine wichtige Beziehung. Es ließ sich zunächst feststellen, daß sich das Zahlenverhältnis der beiden Arten mit dem Alter der Kulturen verschob, und daß es immer ungünstiger für *Chl.* I war. Dafür gab es nur die eine Erklärung: daß die Teilungsgeschwindigkeit bei beiden Arten verschieden sei.

Tatsächlich ließ sich finden, daß sich beide Arten in den Teilungsgeschwindigkeiten sehr verschieden verhalten. *Chl.* II teilt sich anders als *Chl.* I, letztere vermehrt sich durchschnittlich alle 72—76 Stunden, erstere alle 40—48 Stunden, annähernd gleiches Alter der Kulturen und annähernd gleiche Bedingungen vorausgesetzt. Dann aber reagieren die beiden Arten auf die Verschiebung der äußeren Faktoren, auch in ihrer Teilungsgeschwindigkeit verschieden, und zwar war *Chl.* I mehr beeinflußbar als *Chl.* II.

Legt man nun die Erfahrungen über die Teilungsgeschwindigkeit unter Berücksichtigung des Alters der Kulturen zugrunde, so ließ sich bereits aus den direkt gewonnenen Zählresultaten erschließen, daß in diesen Heterozygotenkulturen bei der Keimung der Heterozygote je gleichviel Zoosporen von *Chl.* I wie von *Chl.* II gebildet wurden, also für den Fall, daß vier Zoosporen aus der Heterozygote gebildet werden, je zwei von jeder Art.

Das bestätigten auch die direkten Beobachtungen an keimenden Heterozygoten. Wie bereits erwähnt, konnte die Keimung von fünf Heterozygoten direkt beobachtet werden. Von diesen fünf Heterozygoten keimten alle wie die Homozygoten der beiden Stammarten mit vier Schwärmern, und zwar bildeten vier: zwei Schwärmer mit der Morphologie von *Chl.* I und zwei mit der Morphologie von *Chl.* II. Ich lege Wert darauf betonen zu dürfen, daß hier der Austritt der Keimblase mit den vier Keimlingen direkt beobachtet wurde. Die direkte Beobachtung der Keimung der Heterozygoten bestätigt also völlig die Schlüsse, die aus den Zählungsergebnissen von den Individuen in den Kulturen wie auch aus der ermittelten Teilungsgeschwindigkeit gezogen wurden.

Faßt man die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen über die Nachkommen der Heterozygoten zwischen *Chl.* I und *Chl.* II zusammen, so läßt sich sagen, daß in der Mehrzahl der Fälle aus den Heterozygoten wieder beide Stammeltern gebildet wurden, und zwar in der Weise, daß von den vier Keimlingen zwei der einen, zwei der anderen Art entsprachen.

Das erinnert nun lebhaft an die reine Ausspaltung der Eigenschaften in den reduzierten Sexualzellen diploider Organismen. Denn wie hier noch später auseinandergesetzt werden soll, entspricht nur die Zygote haploider Organismen einem diploiden Organismus i. bz. auf Valenz. Und zwar ist sie völlig homolog der diploiden Sporenmutterzelle einer höheren Pflanze, in der unter Bildung von vier haploiden Zellen (z. B. Pollenkörnern) die Reduktionsteilung stattfindet. Und nur diesen so gebildeten haploiden Zellen sind die einzelnen aus der Zygote austretenden *Chlamydomonas*zellen homolog, so daß man versucht sein könnte, die vorstehend beschriebenen Fälle der Bildung der reinen Stammarten aus den *Chlamydomonas*-Heterozygoten völlig gleichzusetzen der Ausspaltung, die bei der Reduktion der Sporenmutterzellen Diploider stattfindet.

Ich möchte dies aber nur bedingt tun. Während wir bei den diploiden Organismen die Vereinigung zweier heterogener Geschlechtskerne in der diploiden Generation leicht nachweisen können, fehlt uns hier bei den Heterozygoten von *Chlamydomonas* gerade in den Fällen, wo beide Stammarten rein aus der keimenden Heterozygote hervorgehen, der strikte Nachweis einer völligen Kernverschmelzung in ihr. Zwar konnte an 35 Heterozygoten der kopulierte Kern direkt gesehen werden. Und man könnte daraus schließen, daß auch in den Heterozygoten, die den Kulturen der Gruppe A zugrunde lagen, Kernverschmelzung eintrat, daß sich dann bei den Vorgängen der Reduktionsteilung die einzelnen Chromosomen verbanden und wieder reinlich trennten und so den Anlaß zur reinlichen Ausspaltung in diesen Fällen gaben. Aber der Beweis der völligen Kernverschmelzung ist nicht erbracht und auch nicht zu erbringen, da jede derartige Untersuchung mit dem Tode der betreffenden Heterozygote verbunden ist.

Andererseits ist aber doch der Fall denkbar, daß es entweder zu keiner völligen Kernverschmelzung, oder wenn schon, so doch zu keiner Chromosomenverschmelzung kam, so daß der Sexualakt und damit auch die Reduktion doch nicht vollzogen wurden. Dann hätten sich die Kerne der beiden vereinigten Gameten, selbst wenn äußerlich vereinigt, im weiteren Verlaufe regelrecht geteilt und das Auftreten der beiden Stammeltern in den vorbesprochenen Kulturen hätte mit Aufspaltung gar nichts zu tun und wäre ein, ich möchte sagen, rein vegetativer Vorgang. Ich ging auf diese Frage bereits in dieser kurzen Mitteilung näher ein, um zu zeigen, welche Vorsicht spez. bei den methodisch viel schwierigeren Haploiden notwendig ist. So sind also die bis jetzt besprochenen Heterozygotennachkommen in ihrer Deutung unsicher.

Das trifft aber gar nicht zu bei der folgenden Gruppe von Kulturen, die aus Heterozygoten hervorgingen.

B. *Die Kulturen aus Heterozygoten, die nur aus Misch- oder Zwischenformen bestanden.*

In drei der aus Heterozygoten erhaltenen Kulturen fehlten entweder beide Stammeltern und es traten nur Individuen auf, die in verschiedener Weise eine Mittelstellung zwischen den beiden Stammarten einnahmen. Oder es war wohl ein oder die andere Stammart scheinbar rein vorhanden, während der andere Teil morphologisch Zwischenformen darstellte. Die drei Kulturen verhielten sich darin ganz verschieden. Ich bespreche hier nur den interessantesten Fall näher, die anderen beiden erfahren eine nähere Darstellung in der ausführlichen Arbeit.

In dieser einen Heterozygoten-Kultur fanden sich vier morphologisch verschiedene Gruppen von Individuen,

a) entsprach morphologisch fast völlig *Chl.* I. war aber nicht völlig damit identisch; die Zellen waren etwas kleiner und auch der Chromatophor weniger seitlich; sonst vermag ich nicht zu sagen, worin der Unterschied lag, es deckte sich das ganze Gehaben dieser Individuen nicht mit denen von *Chl.* I,

b) hatte zwar die ausgesprochene Form von *Chl.* I, besaß aber keinen seitlichen, sondern mehr (manchmal völlig) basalen Chromatophoren (ein solches Individuum ist auch in Abb. 5 b wiedergegeben); ebenso das entsprechende Pyrenoid. Dieser Typ war ebenfalls etwas kleiner als *Chl.* I.

c) stand im Umrisse zwischen den beiden Stammarten, war ellipsoidisch ohne vordere Verschmälerung; das Verhältnis der Länge zur Breite schwankte sehr (wiedergegeben ist ein ziemlich gestrecktes Individuum); die Membran war derber als bei *Chl.* I. Der Chromatophor war mehr, oft ausgesprochen seitlich. Auch dieser Typ war ziemlich klein.

d) stand *Chl.* II sehr nahe, war aber größer als diese und bildete auffallender Weise bei der Vermehrung meist nur 2 Zoosporen. Chromatophor und Pyrenoid wie bei *Chl.* I. Diese Form hatte viele Anomalien, Teilungsstörungen u. a. m., oft fehlte auch das Stigma.

Im allgemeinen waren alle diese Mischformen sehr schlechtwüchsig, neigten mehr zu Abnormitäten als die Stammarten. Sie waren auch nicht so lebenskräftig wie diese, die Kulturen gingen trotz aller Sorgfalt ein. Daß ihre Variabilität sehr groß war, ist bereits erwähnt, jedes einzelne Individuum ließ sich jedoch mit Sicherheit einem der vier Typen zuweisen.

Einzelne dieser Mischformen stellen bereits morphologisch deutlich Neukombinationen der elterlichen Eigenschaften dar. Auch die beiden morphologisch den beiden Stammeltern entsprechenden Typen sind jedoch nicht normal. Ich glaube Grund zu haben, daß, wie bei den morphologischen Zwischentypen, auch hier Neukombinationen, und zwar der morphologisch nicht direkt vortretenden Eigenschaften (wie Teilungsgeschwindigkeit, phototaktische Reaktionsfähigkeit) vorhanden gewesen waren. Davon mehr in der ausführlichen Arbeit.

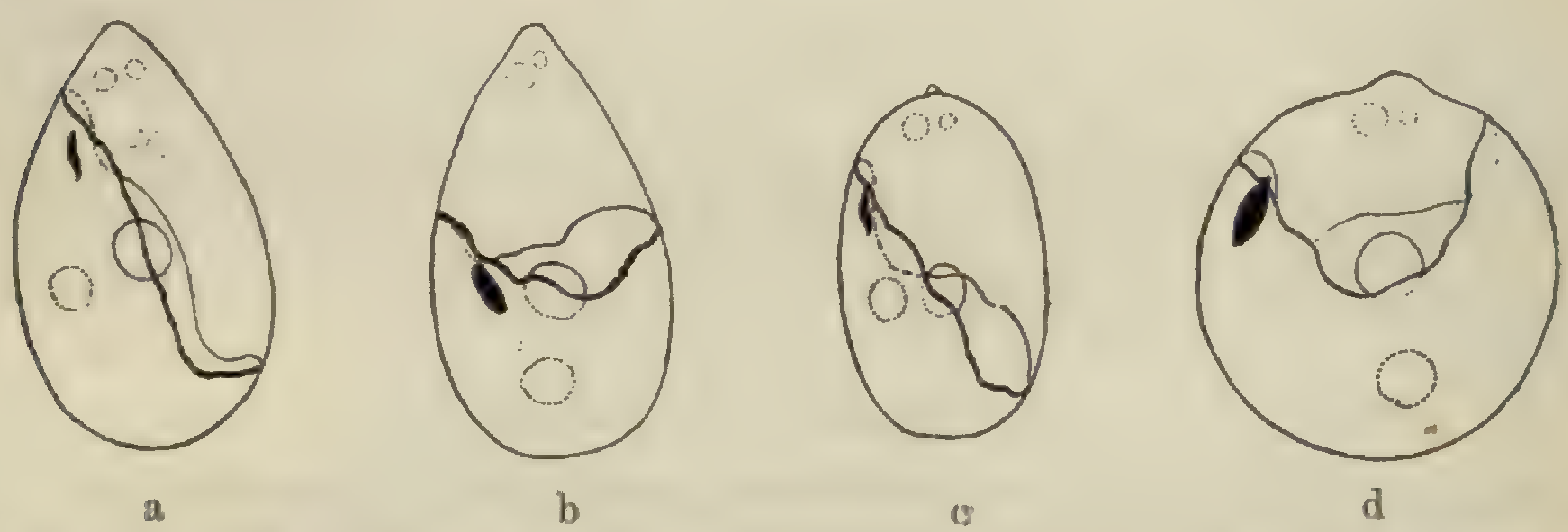


Abb. 5. Die in der ausführlicher besprochenen Heterozygoten-Kultur auftretenden vier Typen von Individuen nach besonders charakteristischen Exemplaren wiedergegeben.

a. entsprach fast völlig *Chl.* I, ist aber etwas kleiner, wich aber von *Chl.* I trotz der morphologischen Übereinstimmung in seinem Gehaben ab; b. hatte die Form von *Chl.* I, aber einen mehr basalen Chromatophor, ähnlich wie *Chl.* II, Exemplar mit sehr kleinem Chromatophor; c. hatte eine Zwischenform zwischen *Chl.* I und *Chl.* II, war gestreckter als *Chl.* II, aber nicht verschmälert wie *Chl.* I und hatte die Membranpapille wie auch den Chromatophoren von *Chl.* II, Exemplar mit sehr kleinem Chromatophor; d. ist trotz morphologischer Übereinstimmung mit *Chl.* II größer als diese; bildete meist zwei Zoosporen und neigte besonders stark zu Anomalien.

Daß gerade vier Typen solcher Zwischenformen vorhanden waren, gibt Anlaß anzunehmen, daß diese vier Typen zurückgehen auf die vier aus den Heterozygoten hervorgehenden Zoosporen. durch deren Teilungstätigkeit die besprochene Heterozygotenkultur gebildet wurde. In diesem Falle wären dann die vier Keimungs-Zoosporen der Heterozygote nicht paarweise den Stammarten morphologisch gleich gewesen, wie es bei den Heterozygoten-Kulturen der Gruppe A der Fall war, sondern schon sie stellten bereits Mischformen der beiden Stammarten dar, die durch ihre Vermehrung eben die vier Typen von Individuen in der besprochenen Heterozygoten-Kultur gebildet haben.

Das bestätigte auch die direkte Beobachtung der letzten der fünf direkt beobachteten keimenden Heterozygoten. In der Keimblase dieser fünften Heterozygote waren in der Tat vier Schwärmer, die nicht den beiden Stammeltern entsprachen, sondern ebenfalls mehr oder weniger deutliche Mischformen, wenn auch z. T. anderer Kombination, wie die der erwähnten vier Typen vorstellten. Abbildungen kommen davon in der ausführlichen Arbeit. Leider ging die damit versuchte Kultur nicht auf.

Die Neukombination der Eigenschaften an diesen Zwischenformen muß demnach auf die Reduktionsteilung zurückzuführen sein, bei der die einzelnen Anlagenträger vertauscht wurden. Es liegt nahe zu denken, daß möglicher Weise die Chromosomenbestecke dieser aus den Heterozygoten kommenden Neukombinationen nicht homogen waren, sondern sowohl aus Chromosomen der einen wie auch aus solchen der anderen Art sich zusammensetzten. Oder aber, daß auch einzelne Chromosomen der Neukombinationen nicht aus Elementen einer Art allein bestanden, sondern aus Elementen beider Arten gebildet waren: kurz daß eine enge Vermengung der Anlagenträger beider Arten in den haploiden Neuformen stattfand. Entsprechend diesen inhomogenen, heterogenen Chromosomenbestecken in unseren Neukombinationen würden auch die anderen Eigenschaften teils der einen oder anderen Stammart entsprechen.

Die Frage wäre bis zu einem gewissen Grade leicht dann zu entscheiden gewesen, wenn die Chromosomenbestecke der beiden Stammarten in der Form der Chromosomen charakteristische Unterschiede aufgewiesen hätten, was nicht der Fall war.

Was ich aber von Chromosomen der Neukombinationen sah, läßt unbedingt sagen, daß ihre Zahl gewiß nicht mehr als 10 betrug. Die Neukombinationen sind in ihrer Valenz also tatsächlich gleich den Stammarten.[1]

Da nun eine so innige Vertauschung der elterlichen Eigenschaften in den Neukombinationen vorhanden ist, so müssen wir annehmen, daß in der Heterozygote die Gametenkerne tatsächlich verschmolzen sind und die verschiedenen Anlagen, oder ihre materiellen Träger, dies Wort sei hier erlaubt, in innigsten Austausch traten.

Ebenso gewiß aber trat Reduktion ein: die Neukombinationen waren haploid. Das spricht alles sehr für die oben versuchte Deutung, wobei noch die Komplikation möglich ist, daß bei der Reduktion auch zahlenmäßig ungleiche Aufteilungen vorkämen, und nicht immer 10 sondern etwa weniger oder mehr Chromosomen vorhanden sein können, was aber bei den untersuchten Exemplaren nicht der Fall war.

---

[1] Darüber sollen später Mikrophotogramme beigegeben werden.

In unserem Falle waren die aus den Heterozygoten hervorgegangenen Neuformen unter den gebotenen Bedingungen nicht sehr lebensfähig. Es liegt aber hier theoretisch die Möglichkeit, vielleicht sogar die Wahrscheinlichkeit nahe, daß auf eine solche Weise auch (wenigstens in ihrer vegetativen Vermehrung und die ist ja bei Haploiden ausgschlaggebend) beständige neue Formen und damit auch neue Arten innerhalb haploider Gattungen entstehen.

Die aus Heterozygoten hervorgegangenen Neuformen, bezüglich deren Bildung wir zur Annahme einer völlig vollzogenen Kernverschmelzung und einer vollzogenen Reduktion — letztere unter Vermutung einer inhomogenen Zusammensetzung der reduzierten haploiden Chromosomenbestecke — gedrängt werden, erfordern eine nähere Betrachtung im Hinblicke auf die amphimiktischen Neukombinationen diploider Organismen.

Unsere Neuformen haben mit diesen nichts zu tun.

Das geht klar aus dem völlig verschiedenen Generationswechsel hervor. Bei *Chlamydomonas* ist das vegetative Individuum immer haploid. Die Bildung der Gameten erfolgt in den vegetativen Individuen ohne Reduktionsteilung. Die Gameten haben wie die vegetativen Individuen 10 Chromosomen (geprüft!). Durch die Vereinigung zweier solcher Gameten entsteht die Zygote: die diploide Generation. Diese diploide Generation bleibt hier auf die Zygote beschränkt. Sie ist jeder diploiden Zelle eines vegetativ diploiden Organismus, z. B. einer Blütenpflanze homolog. Und da in der Zygote die Reduktionsteilung zur Bildung der haploiden Zellen vor sich geht, im Speziellen homolog jeder Sporenmutterzelle eines diploiden Organismus. Eine einzelne *Chlamydomonas*zelle, aber auch die ihr an Valenz gleichwertigen Gameten, sind homolog den bei diploiden Organismen durch Tetradenteilung der Sporenmutterzellen gebildeten Sexualzellen oder ihren Teilprodukten.

Demnach entspricht eine zwischen unseren *Chlamydomonas*arten gebildete Heterozygote einer amphimiktischen Hybride zweier diploider Pflanzen z. B., spez. aber der von einem artfremden Kerne befruchteten Eizelle. Zugleich ist aber die Heterozygote (und natürlich auch jede Zygote haploider Organismen vom Generationswechsel einer Chlamydomonade) an Valenz nicht nur jeder Zelle einer solchen amphimiktischen Hybride gleich, sondern, da sich bei den diploiden Organismen durch die Einschiebung des vegetativen

Lebens in die diploide Generation die Reduktionsteilung verzögert, speziell homolog jeder Sporenmutterzelle, in der sich bei der amphimiktischen Hybride die Reduktionsteilung vollzieht.

Da also nur die diploide Heterozygote dem vegetativ diploiden Organismus entspricht, beide diploid sind, — so haben unsere haploiden aus den *Chlamydomonas*-Heterozygoten hervorkommenden Neuformen gar nichts mit amphimiktischen Hybriden vegetativ diploider Organismen gemein.

Unsere *Chlamydomonas*-Neuformen sind, es sei nochmals betont haploid, besitzen die einfachen Chromosomenzahlen. Sie sind wahrscheinlich dadurch entstanden, daß bei der Reduktion des diploiden Kernes der Heterozygote, in der Zusammensetzung der reduzierten haploiden Chromosomenbestecke teilweise Vertauschungen der Chromosomen der beiden artverschiedenen Bestecke eingetreten sind: die Chromosomenbestecke dieser Neuformen also dann, trotzdem sie im Prinzip haploid sind, Chromosomen beider Stammarten enthalten[1]).

Diese auf eine solche Weise entstandenen Neuformen wären dann homolog solchen Sexualzellen diploider Bastarde z. B. von Samenpflanzen, die bei der ihnen zugrunde liegenden Reduktion in der Sporenmutterzelle in ihren haploiden Chromosomenbestecken Chromosomen beider Stammarten mitbekämen.

Demnach besteht zwischen den aus der Heterozygote von *Chl.* I und *Chl.* II hervorgehenden haploiden Neuformen und den amphimiktischen Hybriden diploider Organismen ein tiefgehender Wesensunterschied. Ich möchte für unsere Neuformen deshalb, weil sie haploid sind und trotzdem die Eigenschaften beider Stammeltern vertreten haben, die Bezeichnung Haplomikten vorschlagen und den ihnen zugrunde liegenden Vorgang (vielleicht unter leichtem Hinweis auf die im Vorstehenden gegebene Deutung) als Haplomyxis bezeichnen.

* * *

Es ist sehr wahrscheinlich, daß haplomiktische Zellen auch bei der Bildung der haploiden Sexualzellen diploider Bastarde vorkommen können. Solche haplomiktische Sexualzellen, geschlechtlich vereinigt, müssen dann diploide Individuen geben, die weder morphologisch noch in ihren Zahlenverhältnissen den normalen Bastardregeln gehorchen und unter Umständen direkt „Mutationen"

---

[1]) Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß nicht nur Störungen in der homogenen Zusammensetzung, sondern auch Störungen insbesondere auf die Anzahl der Chromosomen in einem Bestecke auftreten können.

— dies vieldeutige Wort sei hier gestattet — darstellen. Die Möglichkeit, abweichende Fälle diploider Bastarde derart einer Erklärung näher zu bringen, kann nicht bestritten werden. Darum kommt auch den besprochenen, haplomiktisch entstandenen Neuformen vielleicht eine allgemeinere Bedeutung zu, als die bloßer Anomalien der Reduktion.

$\frac{\text{Leysin (Schweiz)}}{\text{Prag}}$, Mitte März 1916.

---

23. Otto Suchlandt: Dinoflagellaten als Erreger von rotem Schnee.

(Aus der hydrobiologischen Station der Landschaft Davos.)
(Vorläufige Mitteilung.)
(Mit 1 Abb. im Texte und Tafel III.)
(Eingegangen am 11. April 1916.)

Über das Auftreten von Dinoflagellaten als Erreger von rotem Schnee finden sich in der botanischen Literatur nur vereinzelte Angaben. So von MEUNIER (notice sur la florule des neiges et des glaces de la mer de Kara, campagne arctique du Duc d'Orléans en 1907), der unter den Organismen gefärbten Schnees Peridineen angiebt, während zuerst von MARIE TRAUNSTEINER Peridineen als ausschließliche Erreger von rotem Schnee genannt werden. (KLEINWELT 1914, Nr. 7, Peridineen als roter Schnee). Ende Dezember 1915 konnte auf dem Eise des Davoser Sees ein massenhaftes Auftreten eines *Glenodinium* beobachtet werden, das mit dem von TRAUNSTEINER beschriebenen Organismus nicht identisch war.

Auf der ersten Eisdecke des Sees war infolge warmer Witterung die Schneedecke zum Teil geschmolzen. Bei erneutem Froste bildete sich über dem ersten Eise eine zweite Eisschicht und in dieser waren in großen Kurven bis zu 10 m Länge und 20 cm Breite Algen in grünlichroten Kolonieen bis zu 7 cm Durchmesser eingefroren (Tafel). Die gefrorenen Kolonieen hatten schaumigen Charakter und gingen mehrere Zentimeter in die Tiefe.

Unter dem Mikroskop zeigten sich nach vorsichtigem Auftauen zunächst mäßig beschalte, ovale Cysten, durchschnittlich

26 × 21 μ groß und von dichter, grüner Grundfarbe. Peripher gelagert war Öl in Tröpfchen und überall verteilt, hauptsächlich aber im zentralen Teil bemerkbar, Hämatochrom, dessen leuchtend rote Farbe dem Organismus ein charakteristisches Aussehen gab. Die Cysten in der Eisdecke unterschieden sich von den später in alten Kulturen gefundenen nur durch die zartere Beschalung.

Nach kurzer Zeit gerieten die Organismen in lebhafte Bewegung. Es hatten sich die typischen Furchen der Dinoflagellaten gebildet, ohne daß ein Ausschlüpfen aus der Cystenhaut hatte beobachtet werden können. Vielmehr schien es, als habe sich die Membran elastisch dem Plasmaleibe angeschmiegt, auch in den Furchen. Wurden unter dem Deckglase die Lebensbedingungen durch Wasserverdunstung, Sauerstoffmangel etc. ungünstige, so löste sich die elastische Schale ab und umgab als sehr zarte Membran das Plasma, das dann auch alsbald die Furchen einbüßte und seine Gestalt abrundete.

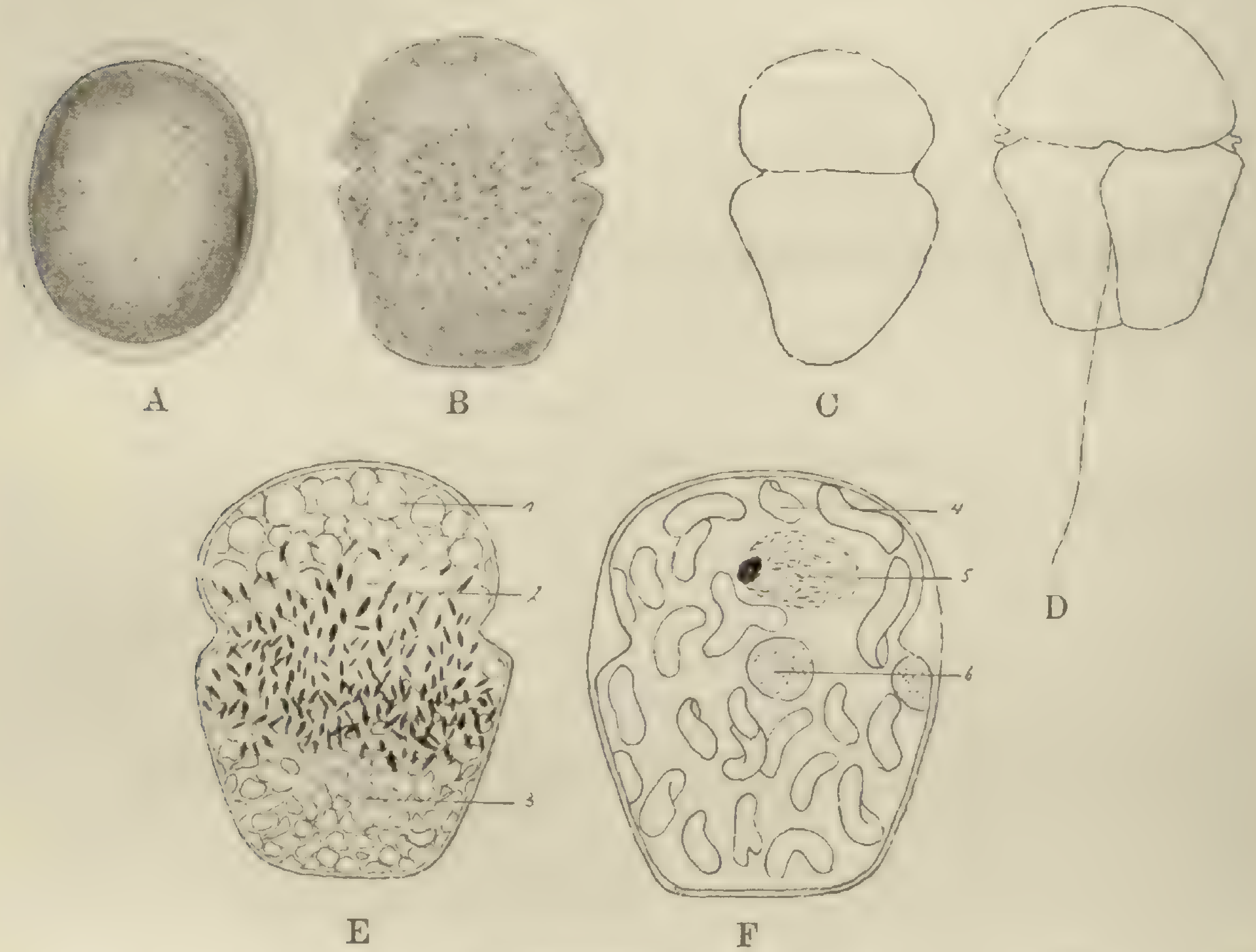
Teilungsstadien wurden unter den unbeweglichen Formen nicht gefunden. So ist anzunehmen, daß die außerordentliche Vermehrung der Organismen im Zustande beweglicher Stadien erfolgt ist, zumal sich später herausstellte, daß die Dinoflagellaten auch in gefrierendem Wasser unter sich bildenden Eiskrystallen lebhaft herumschwammen. Offenbar waren sie durch Windwirkung an gefrierende Stellen getrieben worden, hatten dort an den Schneerändern ein Optimum ihrer Lebensbedingungen gefunden und rasch Kolonieen gebildet. Leider deckte bald ein bedeutender Schneefall die interessante Erscheinung mit einer hohen, weitere Beobachtungen verhindernden Schneedecke.

Da die Dinoflagellaten auch nach neuesten Bestimmungswerken (PASCHERs Süßwasserflora) nicht identifiziert werden konnten, sei hier eine kurze Beschreibung gegeben.

Der Organismus ist in seinen beweglichen Stadien sehr zart beschalt und bildet eine Übergangsstufe von *Gymnodinium* zu *Glenodinium*, muß aber infolge seiner Beschalung zu *Glenodinium* gestellt werden. Seine Länge beträgt durchschnittlich 26 μ, die Breite 20 μ. Im Gegensatz zu den bisher beobachteten Süßwasserglenodinien ist der antapikale Teil größer wie der apikale. Letzterer ist abgeplattet-halbkugelförmig, der antapikale Teil in der Front trapezförmig, im Profil nach unten stark verschmälert. Die Querfurche verläuft auf der Bauchseite kaum merklich schraubig, die Längsfurche ist auf den antapikalen Teil beschränkt und deutlich ausgeprägt, die linke Kante tritt in der Nähe der Querfurche wulstig hervor.

Die Quergeißel ist ein zartes Band, die Längsgeißel fadenförmig und etwa doppelt so lang, wie der Zelleib. Bei dem stark gefärbten Zellinhalte konnten die Insertionsstellen nicht beobachtet werden.

Der Kern entspricht dem fädigen Typus KLEBS (Verhandlungen des naturhistorisch-medizin. Vereines zu Heidelberg N. F. XI. Bd. 4. H.), hat aber einen excentrisch gelegenen Nucleolus. Er liegt im apikalen Teile nach der dorsalen Seite.



Glenodinium Pascheri.
A Cyste, *B*, *C*, *D* bewegl. Stadien, Aufsicht, Seite, Bauchseite, *E* u. *F*. Spezielle Morphologie der bewegl. Stadien 1. fettes Öl, 2. Haematochrom, 8. Stärke. 4. Chromatophoren, 5. Kern mit Nucleolus, 6. Pusulen.

Die einzelnen Chromatophoren treten nur in solchen Zellen deutlich hervor, die unter ungünstigen Lebensbedingungen kein Öl und wenig Stärke speichern und bei denen das Hämatochrom vermindert ist. Dann sieht man sie in den verschiedensten, meist balkenartigen Formen.

Hauptsächlich im apikalen Teile findet sich, peripher gelagert, farbloses, fettes Öl in Tröpfchen bis zu 4 μ Durchmesser. Da es das Chlorophyll grün durchschimmern läßt, täuscht es beim ersten

Betrachten scheibenförmige Chromatophoren vor. Im antapikalen Teile ist das Öl nur in wenigen Tröpfchen vertreten.

Dagegen füllt letzteren bei gut genährten Exemplaren massenhaft Stärke in unregelmäßigen Formen von concentrischer Schichtung bis zu 3 μ Durchmesser prall aus. Im apikalen Teile fehlt die Stärke vollständig.

Ungemein charakteristisch für dieses *Glenodinium* ist das Auftreten von Hämatochrom in dicht liegenden, wetzsteinförmigen Körpern bis zu 2 μ Länge. Das Hämatochrom liegt in der Nähe der Querfurche ringförmig an der Peripherie der Zelle, die Hauptmenge im antapikalen Teile.

Ein Augenfleck konnte nicht nachgewiesen werden. Doch ist der Organismus stark positiv phototaktisch.

Vacuolen fehlen. Dagegen nimmt man bei zur Beobachtung günstigen Exemplaren innen am Rande farblose Flüssigkeitsansammlungen wahr, in denen Körperchen in Molekularbewegung suspendiert sind. Beim Zerplatzen der Schale durch Deckglasdruck werden bis zu 20 Bläschen in Größen von 2 bis 6 μ Durchmesser frei, die ohne weiteres als die in der Zelle beobachteten Flüssigkeitsansammlungen mit den tanzenden Körperchen wiederzuerkennen sind. Diese Bläschen dürften wohl als Pusulen zu deuten sein und die große Anzahl derselben läßt auf ein ausgedehntes System schließen. Der stark gefärbte Zellinhalt verhindert einen Nachweis der farblosen Pusulen im centralen Teile des Organismus.

Die Bewegung erfolgt rotierend um die Längsachse.

Die beweglichen Stadien des *Glenodinium* sind von 0 ° bis 15 ° lebensfähig. Schroffer Temperaturwechsel in diesen Grenzen bewirkt Abwerfen der Geißeln und Plasmolyse. Noch in gefrierendem Wasser waren tadellose, bewegliche Formen nachzuweisen. Bei 16 ° fehlten bewegliche Stadien. Das Optimum der Entwicklung liegt von 1 ° bis 8 °.

Beim Einfrieren bilden sich dünnwandige Cysten; vielleicht tritt auch nur Kältestarre ein. Schroffes Abkühlen in Kältemischungen bewirkt Erfrieren der Individuen, auch wenn dieselben auf 0 ° abgekühlt waren. Dabei fließt das Öl zu großen Komplexen zusammen. Langsam sich abkühlende Kulturen haben Nachtfrost von — 16 ° ohne Schaden vertragen. In alten Kulturen finden sich dickwandige Cysten. Stärke der Cystenwand bis zu 3 μ.

Die Teilung der einzelnen Individuen erfolgt vom antapikalen Teil aus. Noch zusammenhängende Zellen bewegen sich bereits lebhaft. Besonders nachts sind die Teilungsstadien häufig zu finden.

Die Glenodinien wurden über 3 Monate lebend in Schnee- und Seewasser erhalten. Weitere physiologische Untersuchungen sind im Gang.

Herrn Professor PASCHER in Prag z. Z. in Leysin, dessen Rat ich mich bei der Bearbeitung des *Glenodinium* erfreuen durfte, sowie Herrn Professor WILCZEK in Lausanne bin ich zu herzlichem Danke verpflichtet.

Wie eingangs betont, ist eine derartige Dinoflagellate bisher in der Literatur nicht beschrieben. Sie sei daher als neue Form aufgeführt.

Glenodinium Pascheri SUCHLANDT n. sp. Zellen von ovaler, unten abgeflachter Gestalt. Der antapikale Teil größer wie der apikale. Letzterer abgeplattet-halbkugelförmig. Das antapikale in der Front trapezförmig, im Profil nach unten stark verschmälert. Die Querfurche kaum schraubig, die Längsfurche auf den antapikalen Teil beschränkt. Chromatophoren meist balkenförmig, grün. Charakteristisches Auftreten von Hämatochrom in wetzsteinförmigen Körpern, hauptsächlich in der Nähe der Insertionsstellen der Geißeln. Kein Augenfleck. Stark positiv phototaktisch. Keine Vacuolen, dagegen Pusulensystem. Länge durchschnittlich 26 μ, Breite 20 μ. Ruhestände als ovale, dickwandige Cysten beobachtet.

Erklärung der Tafel III.

Die Aufnahme gibt die roten gebogenen Streifen im Schnee- resp. Eise des Davoser Sees wieder. Diese Streifen setzen sich aus bis zu 7 cm großen Lagern ruhender Stadien von *Glenodinium Pascheri* Suchlandt zusammen.

24. T. F. Hanausek: Ueber die Abstammung der Para-Piassave.

(Mit 3 Abbildungen im Texte.)

(Eingegangen am 14. April 1916).

Schon im Jahre 1894 ¹) habe ich bei Besprechung der Piassave-Arten darauf hingewiesen, daß wohl die Bahia-Piassave von *Attalea funifera* Mart. abstamme, nicht aber die schon äußerlich gänzlich verschieden aussehende Parasorte, deren Stammpflanze wahrscheinlich *Leopoldinia Piassaba* Wall. sei. Daß diese Palme eine Piassavesorte liefere, ist übrigens schon seit langem bekannt. DRUDE ²) bemerkt darüber folgendes: „Die größte Art, *L. Piassaba* Wall., mit 7—12 m hohem sehr dickem Stamm, liefert in dem Faserwerk ihrer Blattscheiden die beste Art der „Piaçaba-Fasern."

R. SADEBECK hat in einer Abhandlung „Über die südamerikanischen Piassave-Arten" ³) meine Vermutung insofern bestätigt, als er nachwies, daß die Para-Piassave einen von der Bahia-Piassave wesentlich verschiedenen Bau besitze, doch war er auch nicht in der Lage, die Abstammung der ersteren völlig sicher zu stellen, da auch ihm authentisches, von *Leopoldinia Piassaba* stammendes Vergleichsmaterial nicht zur Verfügung stand.

Gelegentlich der Revision des Abschnittes „Fasern" für die dritte Auflage seines bekannten Werkes „Die Rohstoffe des Pflanzenreiches" hat Herr Hofrat v. WIESNER diese Frage zur Entscheidung bringen wollen und sich behufs Beschaffung von authentischem Material an die Museen von Kew — noch vor dem Kriege — Berlin und Hamburg gewandt. Leider erhielt er von keinem dieser Museen das Gewünschte. Nur Herr Geheimrat ENGLER in Berlin sandte mit der Bemerkung, daß *Leopoldinia Piassaba* im Königl. Botanischen Museum Berlin—Dahlem nicht vorhanden ist, ein Stück der Blattscheide der verwandten *Leopoldinia pulchra* Mart.

Da Hofrat v. WIESNER verhindert war, die vergleichende anatomische Untersuchung auszuführen, so übernahm ich auf seinen Wunsch dieselbe und gelangte zu folgenden Resultaten.

---

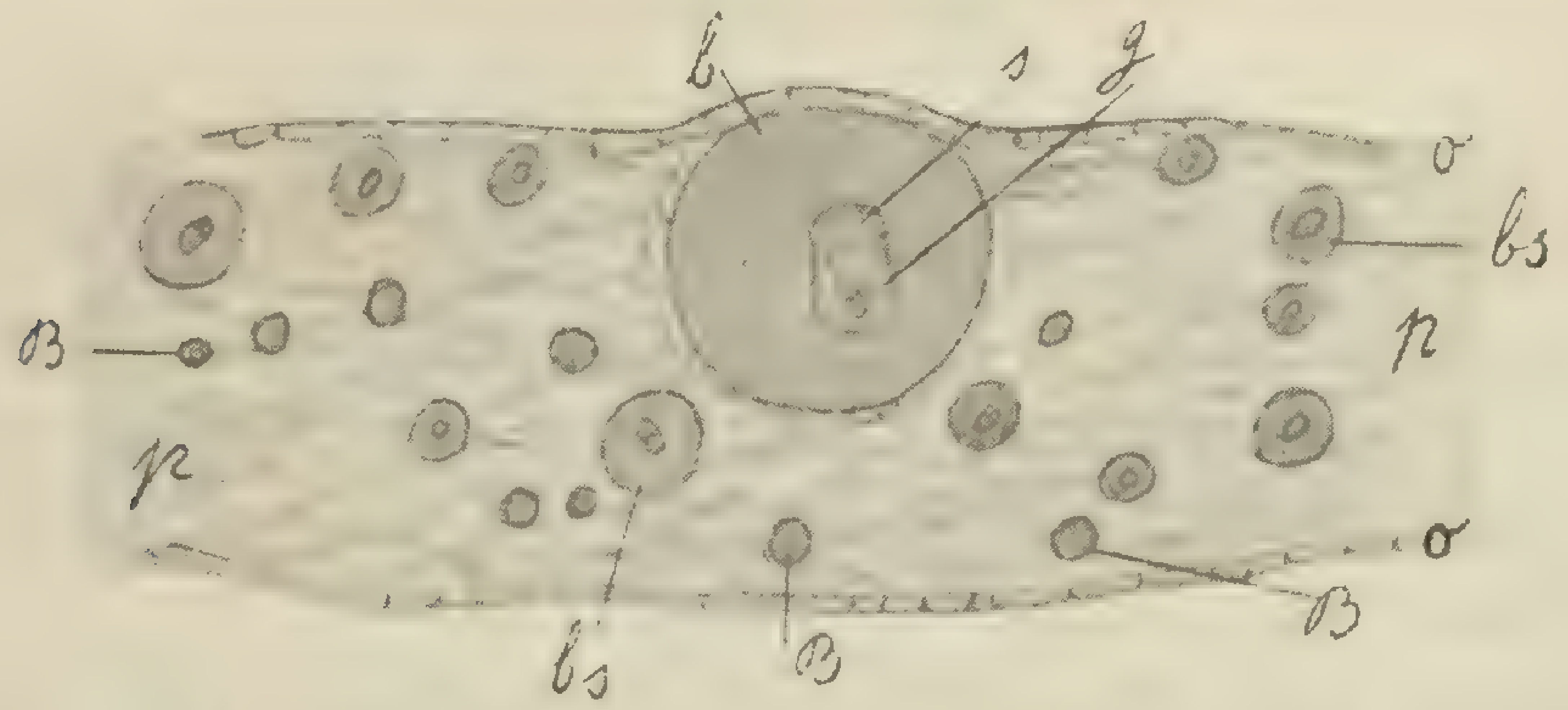
1) Chemiker Zeitung (Cöthen) 1894, XVIII, S. 1419. Der betreffende Passus ist auch angeführt in Ber. D. Bot. Ges. 1902, XX, (83).

2) ENGLER-PRANTL, Pflanzenfamilien, II, 3, S. 59.

3) Ber. D. Bot. Ges. 1902, XX, S. 383, bes. 390ff.

Die Blattscheiden-Faserbündel von *Leopoldinia pulchra* lassen sich in einfache und zusammengesetzte unterscheiden.

Da sich bekanntlich die Blattscheiden am Stamme sehr starknetzig zerfasern, so sind nur einfache Bündel noch im Zusammenhang mit den übrigen Geweben der Blattscheiden, sie können also noch in situ beobachtet werden. Die zusammengesetzten Bündel sind gewöhnlich frei.



Alle Abbildungen betreffen *Leopoldinia pulchra* Mart.

Abb. 1. Querschnitt durch ein Stück der Blattscheide. o-o Oberhaut, p Parenchym, b Bastbelag, s Siebteil, g Gefäßteil, bs Bastbündel mit Siebteil, B Bastbündel ohne iedes Leitungsgewebe. Vrgr. 40.

Die einfachen Bündel (Abb. 1, b, bs, B) besitzen einen fast kreisrunden Querschnitt und sind sehr verschieden mächtig. In der Regel ist das Auftreten der Bündel derart, daß in einem bestimmten Abschnitt der Blattscheide ein größeres, bis etwa $^1/_2$ mm im Durchmesser haltendes Bündel von mehreren weit kleineren Bündelchen umgeben ist, deren Anordnung und Verteilung im Blattscheidenquerschnitt aus Abb. 1 zu ersehen ist. Das große

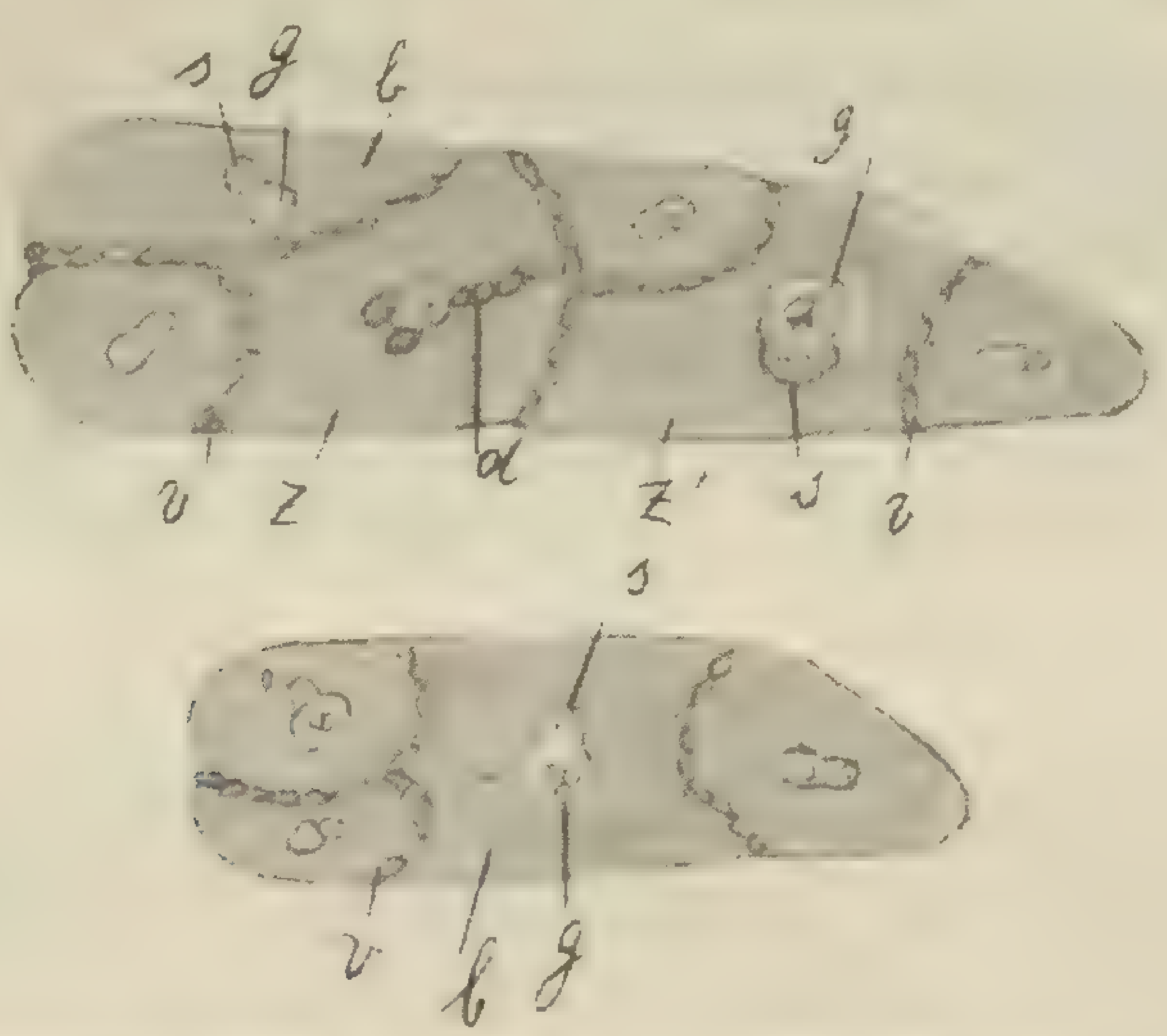


Abb. 2 und 3. Querschnitte durch zusammengesetzte Fasern. z z in der Mitte liegende Einzelbündel, v Verbindungsgewebe, d Durchlasszellen. Vrgr. 40.

Bündel enthält in der Mitte ein aus Siebteil und Gefäßteil bestehenden Leitungsgewebe (Abb. 1, s, g); die den Mantel bildenden Fasern sind stark verdickt und führen einen braunen dichten Inhaltskörper. In den kleineren Bündeln sind nur Siebteile enthalten (bs), die kleinsten setzen sich nur aus Bastfasern zusammen (B). Das Grundgewebe, in dem die Bündel eingebettet sind, ist ein lockeres, großlückiges, aus braun- und dünnwandigen, inhaltsleeren Zellen gebildetes Parenchym.

Die zusammengesetzten Faserbündel (Abb. 2, 3) haben einen abgerundet-trapezförmigen Umriß und sind bis 1,3 mm breit. Soweit aus dem kurzen zur Verfügung stehenden Material zu ersehen ist, setzen sich die breitesten aus etwa 6 Einzelbündeln zusammen (Abb. 2), die durch parenchymatische Gewebeplatten verbunden sind (Abb. 2, 3, v.) In Abb. 3 ist ein Zentralbündel deutlich zu erkennen, nicht so in Abb. 2, wo etwa die beiden größeren (z, z) als Mittelbündel bezeichnet werden könnten. Jedes Einzelbündel führt Sieb- und Gefäßteil, mitunter sind zwei getrennte Siebteile in einem Leitbündel enthalten. Auch die sog. Durchlaßzellen (Abb. 2, d) sind vorhanden.

Die zusammengesetzten Bündel sind demnach genau so gebaut, wie die als Para-Piassave bezeichnete Ware. Es unterliegt demnach keinem Zweifel, daß diese von *Leopoldinia* sp. abstammt; wohl eben so sicher kann man annehmen, daß zum mindestens der weitaus größte Teil der im Handel befindlichen Para-Piassave von *Leopoldinia Piassaba* geliefert wird.

25. M. Möbius: Beitrag zur Kenntnis der Gattung Salvinia.

(Mit Tafel IV.)

(Eingegangen am 18. April 1916.)

Nach der Zusammenstellung von SADEBECK in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ sind von der Gattung *Salvinia* 11 Arten bekannt. Außer den hier genannten führt CHRISTENSEN in seinem Index Filicum (1906) noch *S. adnata* Desv. und *nymphellula* Desv. an. Von allen diesen Arten ist die einzige bei uns einheimische Art, *S. natans*, in der Sporenbildung genauer untersucht als in ihren vegetativen Organen, während über die Fruktifikation der ausländischen Arten überhaupt wenig bekannt ist. Von letzteren wird *S. auriculata* Aubl. in botanischen Gärten und als Aquarienpflanze vielfach kultiviert, weil sie nicht wie *S. natans* im Herbst eingeht, sondern ausdauernd ist. Im Herbst des vorigen Jahres fand ich in der hiesigen Aquarienhandlung des Herrn KIEL, wo mehrere Wasserbecken mit den Pflanzen besetzt waren, auch fruktifizierende Exemplare. Obwohl das Material nicht genügend war, um die Entwicklung eingehend zu untersuchen, so möchte ich doch hier einiges darüber mitteilen.

S. auriculata ist zuerst von AUBLET beschrieben worden in Histoire des Plantes de la Guiane française (London et Paris 1775), T. II, p. 969. Sie wird von ihm zu den Algen gestellt und mit folgenden Worten diagnostiziert: *Salvinia* (*auriculata*) foliis subrotundis, ad basim auriculatis; pedunculis florum femineis villosis, erectis et multifloris“. Auf Tafel 367 wird sie abgebildet und zwar merkwürdigerweise so, daß die Früchte zwischen den Schwimmblättern aufgerichtet stehen, während das Wasserblatt die richtige Stellung einnimmt. Auch in anderen Einzelheiten ist die Abbildung fehlerhaft. Die Beschreibung der Früchte, die, wie schon aus der Diagnose hervorgeht, als weibliche Blüten gedeutet werden[1]), lautet: „Feminei flores tres, quatuor aut quinque, pedunculati, pilosi, axillares, longo pedicello piloso suffulti. Calix nullus. Corolla nulla. Germen subovatum, acutum, pilosum, quod in capsulam ovatam bilocularem, bivalvem mutatur et semina plurima, minima, placentae ramosae affixa, continet.“ Wie der Autor dazu kommt, die Frucht als eine zweifächerige Kapsel zu bezeichnen, ist nicht recht zu verstehen.

---

[1]) Die männlichen Blüten sind nach AUBLET vielleicht in den Papillen der Blattoberseite zu suchen.

Eine bessere Abbildung findet sich in der Flora brasiliensis (Fasc. XCII, Tab. 81), wo außerdem auch *S. oblongifolia* und *Sprucei* dargestellt sind, und zwar mit Früchten. Von *S. auriculata* ist hier eine Varietät mit langgestielten Schwimmblättern abgebildet, wie ich sie noch nicht gesehen habe. Der Autor, M. KUHN, gibt in der Beschreibung an: „folia aerea subsessilia v. petiolo 8—10 mm longo praedita". Die Früchte werden folgendermaßen beschrieben: „Sori (conceptacula) statu exsiccato flavi, globosi, apiculati, pilis 3—5 cellularibus hinc inde praediti, postea glabri, distichi, subsessiles s. inferiores longius petiolati velut corymbosi, illi ad 25 macrosporangia, alii numerosissima microsporangia includentes. Macrosporangia petiolata, petiolo e 2—3 seriebus cellularum formato insidentia, globosa, 0,37—0,41 mm diametro, flava, unam macrosporam includentia, microsporangia ad 0,22 mm diametro, pedicello ex una serie cellularum formato insidentia, numerosas microsporas ovales continentia". Dieselbe Art soll unter den Namen *S. rotundifolia* und *biloba* von RADDI in seinen „Plantarum Brasiliensium Nova Genera et Species novae vel minus cognitae" (1825, tab. I, fig. 4 u. 5) abgebildet sein, dieses Werk habe ich aber nicht einsehen können.

Aus meinen eigenen Beobachtungen möchte ich zunächst über die Fruktifikation folgendes mitteilen. Die Sporenfrüchte sitzen an dem mittelsten Strahl des Wasserblattes, das sich auf einem ca. 2 mm langen Stiel in 5—9 einfache Strahlen spaltet, von denen der mittelste am kürzesten ist und immer noch die Endknospe erkennen läßt. Aus Seitensprossen dieses mittleren Strahls entwickeln sich die Sporenfrüchte, und zwar sitzen sie, wenn es wenige sind, abwechselnd rechts und links oder, wenn es mehr sind, teils paarweise, teils abwechselnd übereinander, wie es die Abbildungen 8 und 9 zeigen, streng akropetal angelegt. Die Anzahl der Früchte an einem Blatt fand ich zwischen 4 und 11 schwankend, aber immer waren sie ganz oder fast ganz stiellos. Ihre Gestalt ist der einer Zitrone ähnlich, insofern sie an ihrem oberen Ende warzenförmig ausgezogen sind. In ihrer äußeren Form also etwas verschieden gleichen sie in ihrem Bau denen von *Salvinia natans*: sie haben eine doppelte Wandung, deren beide Schichten durch regelmäßig median verlaufende Lufträume getrennt werden und miteinander, zwischen den Lufträumen, durch einschichtige im Querschnitt drei Zellen hohe Lamellen verbunden sind. Die äußere Wand besteht aus einer Schicht von flachen, etwa sechseckigen Zellen mit geraden Wänden, während die etwas größeren Zellen der inneren, ebenfalls einschichtigen Wand etwas gewellte Membranen besitzen. Spaltöffnungen, die von METTENIUS und STRASBURGER für die innere Wandschicht von *S. natans* angegeben werden, konnte ich bei *S. auriculata* nicht finden. Außen ist die Frucht stark mit spitzen Haaren besetzt, die von derselben Beschaffenheit sind wie die auf dem übrigen Teil des Wasserblatts und später noch beschrieben werden sollen. Der warzenförmige Fortsatz wird durch das Auswachsen der Wandungszellen an der Spitze zu papillenartiger Form erzeugt. Die Früchte mit Makrosporangien und die mit Mikrosporangien sind äußerlich wenig verschieden, doch sind die ersteren etwas kleiner, dichter behaart und sitzen an dem basalen Teil des fertilen Blattabschnitts, wie es auch KUHN als besondere Beobachtung seiner Beschreibung nachträglich hinzufügt. Die Untersuchung wurde an meinem Material dadurch erschwert, daß ein großer Teil der Sporangien verkümmert war, besonders bei den Mikrosporangien, aber auch bei den Makrosporangien. In einer Frucht fand ich 5 Makrosporangien von ca. 350 μ Durchmesser neben zahlreichen abortierten, die nur halb so groß waren. Als Makrosporangien sind die letzteren an dem zweireihigen Stiel zu erkennen, während die Mikrosporangien einen nur einreihigen Stiel besitzen. Die letzteren verkümmern ebenfalls sehr häufig, so daß manche Früchte nur abortierte Mikrosporangien enthalten.

Die Makrosporangien scheinen sich ganz wie die von *S. natans* zu verhalten. Die einzige Makrospore ist mit einem dicken Episporium umgeben, das über ihrem Scheitel die Vorwölbungen mit dem Zapfen in der Mitte bildet. Das Episporium widersteht nicht nur, wie schon STRASBURGER angibt, der Schwefelsäure, sondern auch der Kalilauge und bleibt selbst nach längerer Einwirkung dieser Reagentien in seinem Aussehen unverändert.

Die Mikrosporangien enthalten nicht wie bei *S. natans* 64 sondern nur 32 Mikrosporen, die in einer schaumigen Masse eingebettet liegen. Ja in manchen Sporangien schienen mir nur 16 Sporen gebildet zu sein. Ob diese Zahlen nun eine spezifische Eigentümlichkeit von *S. auriculata* gegenüber *S. natans* sind, oder ob es sich auch hierbei nur um eine Verkümmerung unter dem Einfluß der Kultur handelt, kann ich nicht sagen. Aus dieser geringen Zahl der Sporen erklärt es sich aber, daß man auf einem dünnen Schnitt so wenige zu sehen bekommt wie in Abb. 10: die zwei nebeneinander liegenden sind eben aus einer Tetrade entstanden. Die Mikrosporen sind von verschiedener Größe, 17—32 μ

Durchmesser, haben eine derbe, gelbglänzende Membran und zeigen auf dem Scheitel deutlich die drei zusammenstoßenden Linien. Die schaumige Masse, in die sie eingebettet sind, entspricht in ihrem chemischen Verhalten dem Episporium der Makrospore und ist wie dieses offenbar aus den Tapetenzellen und einem Teil der Archesporzellen hervorgegangen.

Nun aber kommen neben diesen anscheinend normalen Mikrosporangien, wie schon gesagt, sehr viele verkümmerte vor, auch in derselben Frucht. So fand ich in einer Frucht auf 10 vollkommene etwa 100 verkümmerte Mikrosporangien und in vielen Früchten, besonders den an der Spitze des Blattabschnitts befindlichen nur die letzteren. Es mögen 100—200 solcher kleiner Sporangien in einer Frucht gebildet werden. Sie sind nur halb so groß als die normalen, die ca. 220 μ Durchmesser haben. Abb. 11 zeigt ein abortiertes Mikrosporangium im optischen Durchschnitt und läßt erkennen, wie die Mikrosporen, umgeben von der schaumigen Grundsubstanz, in einem Ballen an der einen Seite des sonst leeren Sporangiums liegen. Offenbar haben wir es hier mit einer Hemmungsbildung zu tun, die durch die veränderten Lebensbedingungen der in Kultur befindlichen Pflanzen hervorgerufen wird.

Zu erwähnen ist noch eine Eigentümlichkeit in den Wandungszellen der Sporangien, vor allem der verkümmerten Mikrosporangien. In ihrem Innern bildet sich, wahrscheinlich durch eine Art Gerinnung, eine fast den ganzen Innenraum durchsetzende Platte aus, die der Oberfläche parallel liegt. In der Mitte zeigt sie gewöhnlich einen Hohlraum und am Rande häufig kleine Einbuchtungen, in denen die Reste von plasmatischem Inhalt und kleine Stärkekörner liegen. Die Platte scheint aus demselben Stoff zu bestehen wie das Episporium, da sie weder von Kalilauge noch von Schwefelsäure angegriffen wird.

Von meinen Beobachtungen über die vegetativen Organe von *S. auriculata* möchte ich hier noch folgendes anfügen. An der wachsenden Spitze findet man die zwei jüngsten Schwimmblätter sehr ungleich entwickelt, das ältere etwa doppelt so groß als das jüngere (Abb. 3) oder das ältere schon ganz ausgebreitet, während das jüngere nach oben zusammengeschlagen ist. In welchem Entwicklungszustand das Wasserblatt desselben Quirls zu diesen beiden Schwimmblättern steht, läßt sich nach dem äußeren Ansehen nicht feststellen. Zwischen diesen drei Blättern liegt die Endknospe als Fortsetzung des Stengels. Schon am nächsten Quirl aber ist kein Unterschied zwischen den beiden Schwimmblättern in der Größe zu sehen, und nur bei genauerer Untersuchung mit der Lupe erkennt man an der Beschaffenheit der Haare u. dgl., welches Blatt das ältere ist. Gemäß ihrer Entwicklung steht in den aufeinander folgenden Quirlen auf derselben Seite immer abwechselnd ein jüngeres und ein älteres Blatt, und unter dem ersteren entspringt regelmäßig eine Seitenknospe aus dem Stengel, genau zwischen dem Ansatz des Schwimmblattes und dem des Wasserblattes. Es sind also auch immer die Seitenzweige abwechselnd nach rechts und links gerichtet. (Abb. 1 u. 2.)

Der Stamm zeigt denselben Bau des Vegetationspunktes wie der von *S. natans.* Auch im Querschnitt ist er nach demselben Typus gebaut, doch ist er beträchtlich dünner, was auf einer geringeren Ausdehnung der Rinde beruht. Diese ist von großen Lufträumen durchsetzt, die durch einschichtige Parenchymplatten getrennt werden. Bei *S. natans* scheinen regelmäßig 8 Lufträume und 8 Platten vorhanden zu sein, welche die Epidermis, deren Zellen zum Teil in Borstenhaare ausgewachsen sind, mit dem Zentralteil verbinden. (Vgl. die Abbildung in meinem mikroskopischen Praktikum für systematische Botanik, II. Teil, S. 240, Abb. 96 B.) Bei *S. auriculata* fand ich dagegen 10—12 Platten, die aber kürzer sind entsprechend der geringeren Höhe der Lufträume. Das Gefäßbündel ist dagegen bei *S. auriculata* stärker entwickelt als bei *S. natans*, was offenbar damit zusammenhängt, daß erstere Art ausdauernd, die letztere aber einjährig ist. Die Holzgefäße bilden einen halbkreisförmigen Bogen, der nach oben offen ist, das ganze Bündel aber hat kreisförmigen Querschnitt und wird wie bei vielen Farnen von einer Scheide umgeben, deren Zellen sich durch verdickte und gebräunte Wände auszeichnen. Darauf folgen nach außen größere Parenchymzellen, die teilweise schon die innersten Zellen jener einschichtigen, radial verlaufenden Platten sind. Der Bau des Stammes bedarf für die verschiedenen Arten von *Salvinia* noch einer eingehenderen vergleichenden Untersuchung.

Die Schwimmblätter sind oval, etwas länger als breit, zurzeit der Fruktifikation etwa 1 cm lang, dann werden im Winter viel kleinere gebildet, die nur etwa halb so lang und ganz flach, d. h. am unteren Rand nicht eingerollt sind. In der sehr charakteristischen Nervatur stimmt *S. auriculata* mit *S. natans* überein. Von ersterer wird sie in der Flora brasiliensis l. c. abgebildet, aber so, daß das Charakteristische nicht recht zum Ausdruck kommt. Ich gebe deshalb in Abb. 4 eine bessere Abbildung, aus der das Prinzip der Verästelung der Bündel leicht zu erkennen ist. Wir sehen also, daß von dem Hauptnerven, der das Blatt in der Mitte der

Länge nach durchzieht, eine Anzahl ziemlich gleichwertiger Seitennerven abgehen, daß diese sich in gewissem Abstand von der Mitte verdoppeln, nachdem sie sich untereinander verbunden haben, und daß dieser Vorgang sich mehrmals wiederholen kann je nach der Größe des Blattes. Die Nervenendigungen sind ungefähr senkrecht auf den Blattrand gerichtet und treffen ihn in ziemlich gleichen Abständen voneinander. Zwischen den vom Mittelnerven nach dem Rand strahlenden Seitennerven bildet die Blattoberseite Reihen von konischen Erhebungen, deren jede in vier Haare ausläuft. Diese Haare dienen, wie auch frühere Autoren schon angeben, zum Festhalten von Luft und somit zur Verhinderung des Benetztwerdens der Blattoberseite. Sie bestehen aus je einer Reihe von etwa acht zylindrischen Zellen, die unten kürzer und dicker, oben länger und dünner sind; die Endzelle ist oben abgerundet, nicht zugespitzt wie bei den Borstenhaaren. Mit dem Älterwerden der Blätter vertrocknen die Haare, und die darunter liegenden Erhebungen werden zu 2 mm hohen Zapfen. Diese sind hohl, denn sie sind nur die erweiterten Hohlräume, von denen das Blatt wie bei *S. natans* durchsetzt ist, was bereits SACHS in seinem Lehrbuch (III. Aufl. S. 390, Fig. 295) vortrefflich dargestellt hat. Während aber bei *S. natans* die Hohlräume der oberen und der unteren Schicht annähernd gleich groß sind, bleiben die unteren bei *S. auriculata* viel niedriger, indem die Zwischenwände nur eine Zelle hoch sind.

Die Entwicklung der Schwimm- und Wasserblätter folgt dem Typus von *S. natans*: man kann bei beiden Blattformen die Scheitelzelle an den jungen Anlagen deutlich erkennen, und zwar beim Wasserblatt am Ende eines jeden Strahles. Über den Aufbau dieses Blattes wurde oben schon das wesentliche gesagt, so daß nur übrigbleibt, die Borstenhaare zu beschreiben, die sich am reichlichsten an diesem Blatt und den Früchten, aber auch am Stengel und auf der Unterseite der Wasserblätter finden. Man beobachtet bei ihnen eine Eigentümlichkeit, die sich auch bei den gleichen Organen von *S. natans* zeigt, bisher aber der Beachtung entgangen zu sein scheint, nämlich daß die unterste Zelle des Haares noch eine Zelle nach der Seite, und zwar immer nach der basiskopen Seite des Organs, an dem das Haar sitzt, abgliedert. Diese seitliche Zelle stellt einen sonderbaren Sporn dar, der immer einzellig bleibt. An jugendlichen Organen läßt sich dieser Prozeß der Abgliederung leicht beobachten, er ist in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt, an denen zugleich zu erkennen ist, daß die Bildung des Haares durch Teilungen über der Basalzelle erfolgt.

Die Haare selbst mit ihrer spitzen und dickwandigen Endzelle scheinen mir viel eher als Stacheln und somit als Abwehrorgane gegen die Angriffe kleiner Wassertiere zu dienen denn als Absorptionsorgane, während man die letztere Funktion vielleicht dem Sporn an der Basis zuschreiben könnte, da er doch wohl eine gewisse Bedeutung besitzen muß.

Aus den vorstehenden Mitteilungen dürfte hervorgehen, daß nicht nur in Hinsicht auf die Fortpflanzungsorgane, sondern auch in vegetativer Beziehung die verschiedenen Arten von *Salvinia* noch eingehender zu untersuchen sind. Selbst für *S. natans* ist der Bau der einzelnen Organe nicht so gut bekannt wie für *Azolla*, da man besonders der Entwicklung am Stammscheitel und der der Früchte größere Aufmerksamkeit geschenkt hat. Die Literatur darüber findet sich zusammengestellt in der letzten Arbeit über diesen Gegenstand, nämlich der von ZAWIDZKI in den Beiheften zum botanischen Centralblatt, Bd. 28, Abt. I, S. 17–65 (1912), auf die ich hiermit verweise.

Erklärung der Tafel IV.

(Alle Figuren beziehen sich auf *S. auriculata* aus Kultur.)

1. Ansicht eines wachsenden Sprosses von unten, etwas schematisiert a, b c die jüngeren Schwimmblätter in den 3 Wirteln, unter b und c eine Seitenknospe.
2. Ein Blattquirl von vorn gesehen, unter dem jüngeren Schwimmblatt links eine Seitenknospe.
3. Ende eines Sprosses von oben: neben dem jüngeren Schwimmblatt das Wasserblatt w und die Endknospe des Stengels v.
4. Linke Hälfte eines kleineren Schwimmblattes mit der Nervatur.
5. Entwickelung des Borstenhaares, die Basalzelle noch ungeteilt, aber bereits mit einer Ausbuchtung nach hinten.
6. Dasselbe, der hintere Fortsatz bereits abgegliedert.
7. Ansatz eines ausgewachsenen Haares mit seinem Sporn, im Längsschnitt gesehen.
8. Ein Fruchtstand, in den Früchten scheinen die Sporangien durch, in der obersten Makro-, in den 3 unteren Mikrosporangien. (13/1.)
9. Ein größerer Fruchtstand. (11/1.)
10. Ein normales Mikrosporangium im Durchschnitt, nur 2 Mikrosporen liegen in der Schnittebene, der Raum innerhalb der Wandung durch schaumiges „Epiplasma“ ausgefüllt. (Nach Mikrotomschnitt).
11. Ein verkümmertes Mikrosporangium im optischen Längsschnitt. Die Sporen bilden mit dem Epiplasma einen einseitig liegenden Ballen. Bei st der Ansatz des aus einer Zellenreihe bestehenden Stieles.
12. Das untere Stück eines Mikrosporangiums von außen, um die Platten in den Wandungszellen zu zeigen.

26. Harald Kylin: Über die Befruchtung und Reduktionsteilung bei Nemalion multifidum.

(Mit 7 Abbildungen im Texte.)

(Eingegangen am 19. April 1916.)

Während der letzten zehn Jahre haben mehrere Forscher sich eifrig mit Untersuchungen über die Cytologie der Florideen beschäftigt, und zwar in erster Linie, um nachweisen zu können, wo die Reduktionsteilung stattfindet, und durch Untersuchungen über *Polysiphonia* (YAMANOUCHI, 1906), *Griffithsia* (LEWIS, 1909 und KYLIN, 1916), *Delesseria* (SVEDELIUS, 1911), *Nitophyllum* (SVEDELIUS, 1914) und *Rhodomela* (KYLIN, 1914) ist mit voller Evidenz bewiesen worden, daß bei denjenigen Florideen, die Tetrasporen besitzen, eine Reduktionsteilung bei der Bildung dieser Sporen vorkommt. Über die Reduktionsteilung der nicht tetrasporenbildenden Florideen liegt eine jüngst erschienene Arbeit von SVEDELIUS (1915) vor, in welcher dieser in bezug auf *Scinaia furcellata* nachgewiesen hat, daß die Reduktionsteilung bei der ersten Teilung des befruchteten Eikerns vonstatten geht.

Über *Nemalion multifidum*, eine nicht tetrasporenbildende Floridee, liegt eine Untersuchung von WOLFE (1904) vor. Er hat die Reduktionsteilung dieser Alge nicht nachweisen können, nimmt aber aus gewissen Gründen an, daß sie unmittelbar vor der Karposporenbildung stattfindet. DAVIS (1910, S. 530) bezweifelt aber die Richtigkeit der Resultate WOLFEs, und vermutet, daß die Reduktionsteilung in den Zeitpunkt des Keimens der Karpospore verlegt ist. Nach den vorzüglichen Untersuchungen von SVEDELIUS über *Scinaia* scheint es mir aber, als ob man schon von vornherein ziemlich sicher sein könnte, daß die Reduktionsteilung bei *Nemalion* unmittelbar nach der Befruchtung eintritt in ähnlicher Weise wie bei *Scinaia*; der Zweck meiner Untersuchung ist demnach in erster Linie gewesen, die Kern- und Zellteilungen, die im Zusammenhang mit der Reduktionsteilung stehen, bei *Nemalion* und *Scinaia* vergleichen zu können.

Das Material dieser Untersuchung ist an der schwedischen Westküste in der Nähe der zoologischen Station Kristineberg eingesammelt worden. Als Fixierungsflüssigkeiten habe ich folgende Mischungen gebraucht: die schwächere und stärkere FLEMMINGsche Flüssigkeit, Mischungen von Chromsäure und Essigsäure in denselben Proportionen wie in den FLEMMINGschen Flüssigkeiten aber ohne Osmiumsäure, das JUELsche Gemisch von Zinkchlorid-Alkohol-Essigsäure (2 g Zinkchlorid, 2 ccm Eisessig, 100 ccm 50proz. Alkohol), und die Flüssigkeit von CARNOY. Von diesen haben sich die Flüssigkeit von CARNOY und das stärkere Gemisch von Chromsäure und Essigsäure als nicht verwendbar erwiesen. Die FLEMMINGschen Gemische scheinen mir die besten Resultate gegeben zu haben, ich kann aber nicht behaupten, daß das eine dieser beiden Gemische besser sei als das andere. Die schwächere Mischung von Chromsäure und Essigsäure und das JUELsche Gemisch haben auch gute Resultate gegeben. Die reifen Spermatien sind in dem JUELschen Gemisch besonders gut fixiert worden. Die Präparate sind mit HEIDENHAINs Eisenhämotoxylin gefärbt worden; bisweilen sind sie mit Lichtgrün oder mit Safranin nachgefärbt worden. Einige Präparate wurden nur mit Safranin gefärbt.

In anatomischer Hinsicht ist *Nemalion multifidum* schon gut bekannt, und brauche ich deshalb nur auf die algologischen Handbücher hinzuweisen.

Die Zellkerne des vegetativen Systems sind sehr klein, kaum 3 μ im Durchmesser. Sie enthalten einen großen Nukleolus und scheinen übrigens beinahe inhaltsleer. Die Kernteilungen habe ich nicht untersuchen können. Die Kerne der Gonimoblastenzellen sind etwas größer als die des vegetativen Systems, ungefähr 3 μ im Durchmesser. Diese erscheinen auch ziemlich inhaltsleer, wenn man von dem großen Nukleolus absieht. Beim Eintreten des Prophasenstadiums vergrößert sich der Kern, und man beobachtet das Auftreten einer Menge kleiner Körnchen, die sich aber nur sehr schwach färben lassen. Von einem Kernnetz ist kaum etwas zu sehen. Die Körnchen werden weniger zahlreich und diejenigen, die schließlich übrig sind, sind größer geworden, erscheinen aber noch ziemlich klein und lassen sich nicht besonders stark färben. Sie stellen aber sicher Chromosomen dar, deren Zahl ich jedoch nicht sicher bestimmen konnte. Sie scheinen aber nicht in besonders großer Anzahl vorhanden zu sein. Die Zahl 10 scheint mir viel wahrscheinlicher als die Zahl 20. — Die Gonimoblastenzellen sind immer mit einem sehr dichten Plasma gefüllt, welches sich stark färbt, und die Vorgänge bei der Kernteilung sind deshalb sehr schwierig zu untersuchen. — In der Metaphase beobachtet man an den Polen der Kernspindel kleine, stark gefärbte Plasmaanhäufungen, die wahrscheinlich Centrosomen darstellen. Die Kernspindel, in welcher die Spindelfasern gut zu beobachten sind, liegt in dem körnigen, stark gefärbten Plasma eingebettet.

Soweit ich habe finden können, verlaufen die Kernteilungen bei *Nemalion* in ähnlicher Weise wie bei *Rhodomela* und *Griffithsia*, welche Algen ich früher untersucht habe. Die Zellkerne sind aber bei jener Alge viel inhaltsärmer als bei den beiden letzteren. Nach WOLFE hätten wir bei *Nemalion* einen Chromatinnukleolus; ich kann mich dieser Ansicht nicht anschließen, verweise aber übrigens auf das, was ich in meinem Aufsatz über *Griffithsia* in bezug auf den Chromatinnukleolus gesagt habe (S. 103 und S. 119). WOLFE behauptet, daß die Kernspindel bei *Nemalion* intranukleär sei; ich kann diese Angabe nicht bestätigen; meiner Meinung nach liegt die Kernspindel frei im körnigen Protoplasma eingebettet. Die Centrosomen bei *Nemalion* sind schon von WOLFE beschrieben worden.

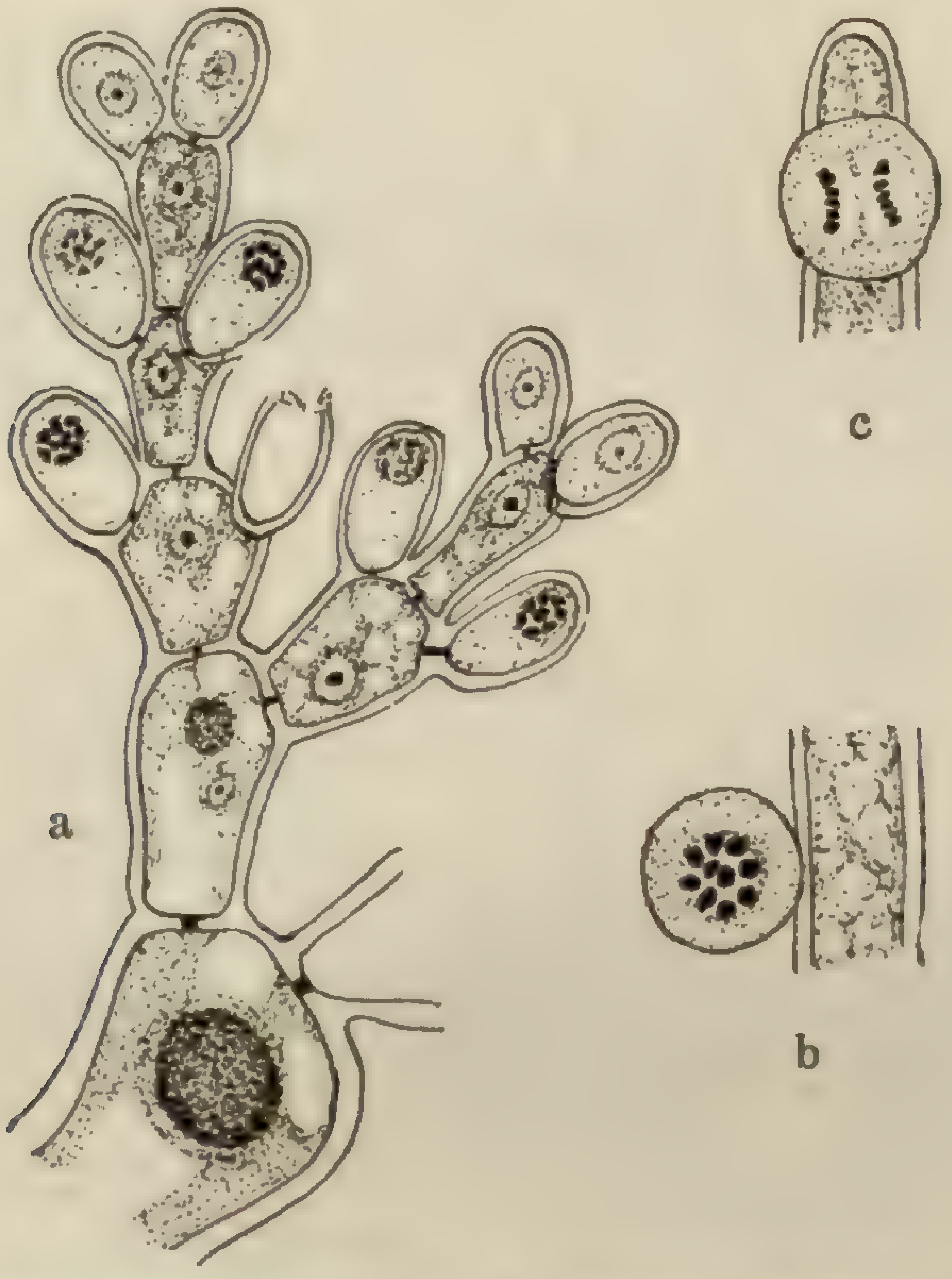


Abb. 1. a Zweige mit Spermatangien; b Spermatium an der Trichogyne angeklebt; c Spermatium an der Trichogynspitze angeklebt, mit Kern im Anaphasenstadium. Vergr.: a 1770mal; b—c 3000mal.

Die Geschlechtspflanzen von *Nemalion* sind im allgemeinen diözisch; die weiblichen Pflanzen sind größer als die männlichen. Nicht selten findet man auch Individuen, die monözisch sind, diese tragen aber eine viel geringere Menge Spermatangien als die rein männlichen.

Die Spermatangienstände entwickeln sich aus den Endzellen der assimilierenden Zweigbüschel, und sie bestehen im allgemeinen aus 2—4 inhaltsreichen, im Leben nicht rot gefärbten Zellen, von denen jede einen Wirtel von 3—4 Spermatangien trägt. Wenn die untere Zelle des Spermatangienstandes einen Seitenast trägt, ist sie als eine Übergangszelle zwischen den Assimilationszellen und den eigentlichen Spermatangienmutterzellen zu betrachten (vgl. Abb. 1a).

In den Spermatangienmutterzellen sind farblose Chromatophoren oder vielleicht richtiger Chromatophorenanlagen vorhanden, die aber in den oberen Zellen der Spermatangienstände im allgemeinen kaum sichtbar sind; in den unteren sind sie dagegen gut nachweisbar. In den Spermatangien habe ich keine Chromatophoren nachweisen können. WOLFE behauptet allerdings, daß das junge Spermatangium einen Chromatophor enthält, welcher aber während der Reife aufgelöst wird. Es ist ja möglich, daß diese Angabe richtig sein kann, immerhin habe ich sie nicht bestätigen können. In den reifen Spermatien sind keine Chromatophoren vorhanden, und in dieser Hinsicht stimmen meine Beobachtungen mit denen von WOLFE überein.

In den jungen Spermatangien befindet sich der Kern im Ruhestadium. Ein kleiner Nukleolus läßt sich gut nachweisen, der Kern scheint übrigens beinahe inhaltsleer zu sein. Man beobachtet aber, daß während der Reife des Spermatiums eine Menge Körnchen in dem Kerne entstehen, welche sich mit Eisenhämatoxylin stark färben lassen. Die Zahl der Körnchen beträgt 8—10. Bei den bisher untersuchten Florideen hat es sich erwiesen, daß die Zahl der Körnchen, die im Kerne des reifen Spermatiums vorhanden sind, mit der haploiden Chromosomenzahl übereinstimmt, und es ist wohl anzunehmen, daß sich *Nemalion* in dieser Hinsicht ähnlich wie die übrigen untersuchten Florideen verhält. Ich betrachte es deshalb als sehr wahrscheinlich, daß *Nemalion multifidum* etwa 10 haploide Chromosomen besitzt. Nach WOLFE wäre die haploide Chromosomenzahl bei *Nemalion* 7—9, wahrscheinlich 8.

Das reife Spermatium besitzt außer dem Kerne auch etwas Protoplasma, welches sich mit Eisenhämatoxylin nur schwach färbt. Im Plasma der gut fixierten Spermatien sind keine Körnchen zu sehen. Bei der Entlassung tritt das Spermatium durch ein Loch in der Spitze des Spermatangiums als eine wahrscheinlich nackte Protoplasmamasse heraus, die sich aber bald mit einer dünnen Zellwand umgibt. Die Spermatangienwand bleibt an der Spermatangienmutterzelle sitzen.

Das Spermatium klebt sich an die Trichogyne des Karpogons an, und wie die Abbildung 1b zeigt, sind die Körnchen im Kerne noch zu sehen. Bald tritt aber eine Kernteilung ein; in Abb. 1c ist eine Teilung des Spermatiumkerns im Anaphasenstadium abgebildet worden. Nach der Teilung treten die beiden Tochterkerne in das Ruhestadium ein. Der eine, im allgemeinen aber beide, wandern in die Trichogyne hinein, dann durch die Trichogyne hinunter und bis zum Karpogonbauch, in welchen aber nur der eine hineindringt. Nachdem ein männlicher Kern eingedrungen ist, wird das Protoplasma des Karpogonbauchs von demjenigen der Trichogyne zuerst durch eine Plasmamembran, dann durch eine Zellwand abgegrenzt. Die beiden Geschlechtskerne befinden sich bei ihrer Verschmelzung im Ruhestadium (vgl. Abb. 3).

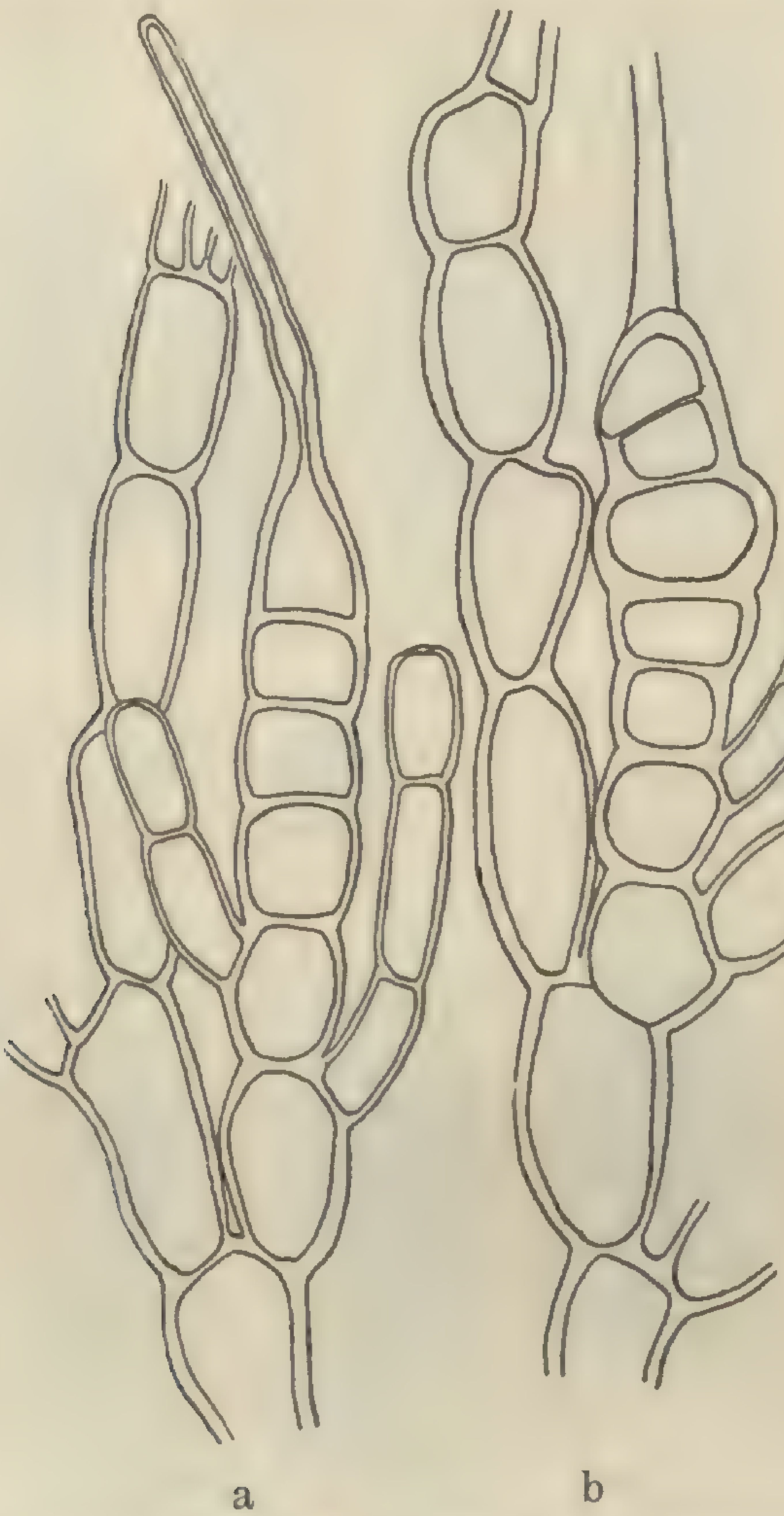


Abb. 2. a Karpogonast mit noch nicht befruchtungsreifem Karpogon; b Karpogonast nach der ersten Teilung des Karpogons. Nach einem Glyzerinpräparat gezeichnet. Vergr.: 800 mal.

Das eigentümliche Aussehen des Kerns des reifen Spermatiums ist schon von WOLFE beobachtet und vollkommen richtig abgebildet worden. Er bemerkt, daß der Kern eine auffallende

Ähnlichkeit mit einem Prophasenstadium besitzt. Dieses Stadium wäre aber nicht als eine Prophase zu deuten, und zwar deshalb, weil der Kern, nachdem das Spermatium sich an die Trichogyne angeklebt hat, wieder in das Ruhestadium eintreten würde. Er vermutet, daß die erwähnten Körnchen im Kern des reifen Spermatiums ein Ernährungsmaterial darstellen, das wenigstens teilweise aus dem Chromatophoren entstanden sei. WOLFE schreibt (a. a. O. S. 616): As to the origin of these granules, it seems more reasonable to suppose that they represent food material, a part of which at least is derived from the chromatophore, and is now passing into the nucleolus.“

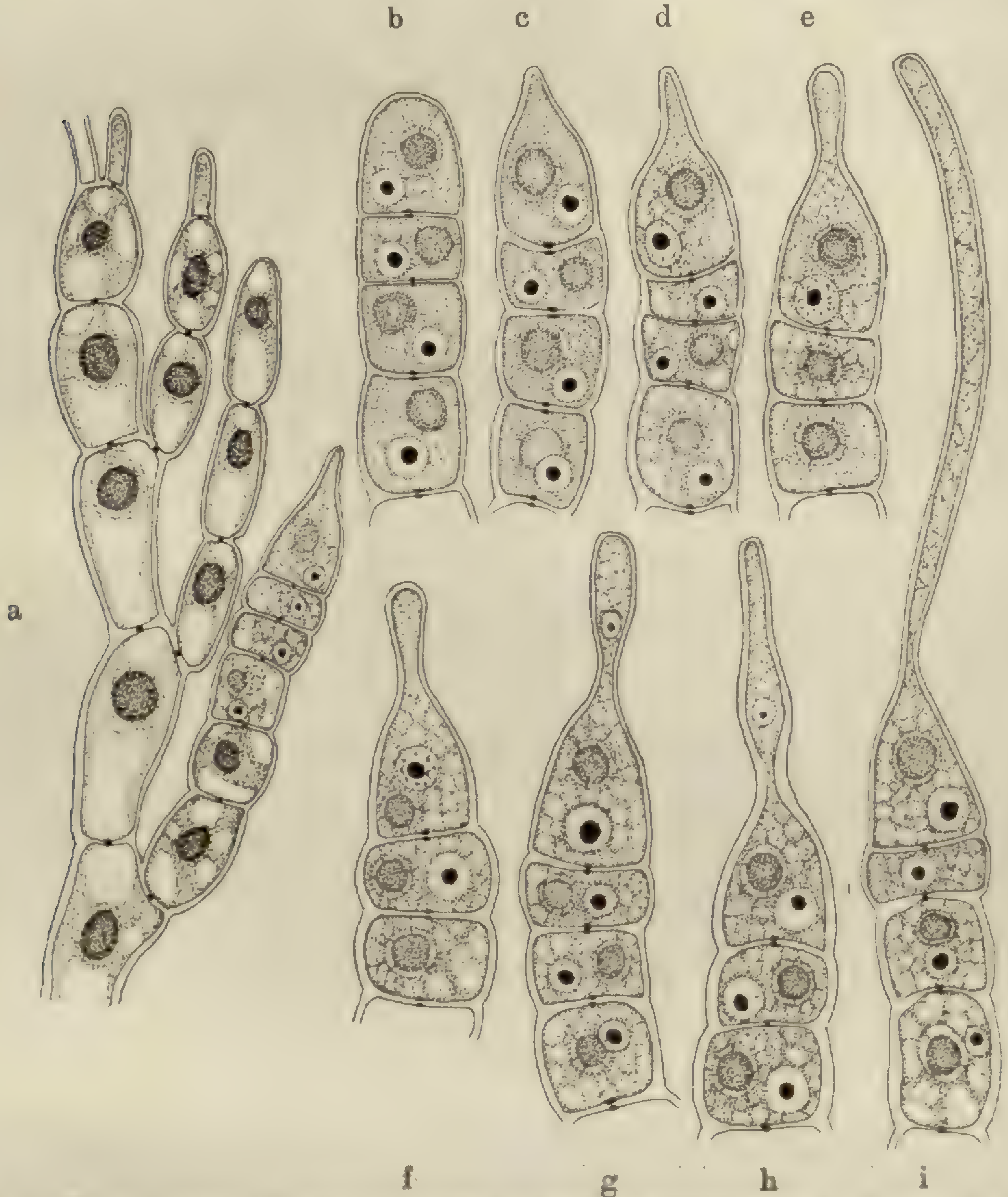


Abb. 3. Verschiedene Entwicklungsstadien des Karpogonastes. Vergr.: a 800mal; b—i 1200mal.

Der Kern des an der Trichogyne angeklebten Spermatiums tritt nach WOLFE, wie schon oben erwähnt wurde, wieder in das

Ruhestadium ein. Dann teilt er sich aber, und es entstehen im Spermatium zwei Kerne, die beide in die Trichogyne eintreten können. Die Spermatien von *Nemalion* werden also nach WOLFE zweikernig, und wie aus dem oben angeführten hervorgeht, habe ich diese Angabe bestätigen können. Die Behauptung, daß der Kern des an die Trichogyne angeklebten Spermatiums zuerst in ein Ruhestadium eintrete, ist aber meiner Meinung nach nicht richtig. Bei der Entlassung des Spermatiums befindet sich der Kern in einem späten Prophasenstadium, welches nach dem Ankleben des Spermatiums an die Trichogyne in eine Kernteilung übergeht, wonach das Spermatium zweikernig wird. — KURSSANOW (1909. S. 326) konnte die Zweikernigkeit der Spermatien nicht nachweisen.

Die eigentümlichen Körnchen im Kern des reifen Spermatiums sind bei allen in zytologischer Hinsicht näher untersuchten Florideen beobachtet worden, aber ihre Natur wird von verschiedenen Forschern in verschiedener Weise gedeutet. Die Vermutung von WOLFE ist schon oben erwähnt. YAMANOUCHI (1906, S. 410) behauptet, daß bei *Polysiphonia violacea* die in Rede stehenden Körnchen Chromosomen darstellen, die nach der Entstehung des Spermatiumkerns bei der Teilung des Kerns der Spermatangienmutterzelle ihre Individualität behalten haben; der Kern müßte also auf einem frühen Telophasenstadium stehen bleiben. SVEDELIUS (1912, S. 259) schließt sich in bezug auf *Delesseria sanguinea* dieser Ansicht von YAMANOUCHI an. Er behauptet, daß der Spermatiumkern dieser Alge nie in ein Ruhestadium eintrete. Es wäre nach SVEDELIUS für den neugebildeten Spermatiumkern charakteristisch, daß er nicht wie andere Kerne in ein Ruhestadium zurückkehre.

In meiner Arbeit über *Rhodomela virgata* habe ich dagegen nachweisen können, daß der neugebildete Spermatiumkern dieser Alge wieder in das Ruhestadium eintritt. Nach einem Ruhestadium tritt der Kern aber in ein Stadium ein, das ich als ein Prophasenstadium gedeutet habe. Der Kern des reifen Spermatiums befindet sich in einem späten Prophasenstadium. In seiner Arbeit über *Scinaia furcellata* (1915, S. 21) hat sich SVEDELIUS meiner Ansicht in bezug auf die Spermatiumkerne der Florideen angeschlossen. Er sagt: „Jedes Spermatium von *Scinaia* hat bei der Reife einen großen Zellkern, der zurzeit des Ausschlüpfens ganz so wie die übrigen näher untersuchten Florideenspermatien in schönem Prophasenstadium sich befindet“.

In bezug auf *Griffithsia corallina* habe ich in einem jüngst erschienenen Aufsatz (1916, S. 114) nachgewiesen, daß der Kern des reifen Spermatiums sich in einem prophasenähnlichen Stadium befindet, daß er aber, bevor dieses Stadium erreicht wird, ein Ruhestadium durchgemacht hat.

Die von WOLFE nachgewiesene Tatsache, daß die Spermatien bei *Nemalion*, nachdem sie sich an die Trichogyne angeklebt haben, zweikernig werden — eine Angabe, die sich durch meine Untersuchung bestätigt hat — scheint mir besonders interessant, da sie darauf hinweist, daß man im Rechte ist, wenn man das eigentümliche Aussehen der reifen Spermatiumkerne der Florideen als ein wirkliches Prophasenstadium deutet. Es kann dann auch nicht wundernehmen, daß die Körnchen der reifen Spermatiumkerne mit der haploiden Chromosomenzahl übereinstimmen; die Körnchen stellen eben Chromosomen dar, was ja schon von YAMANOUCHI behauptet wurde.

Zweikernige Spermatien sind zuerst von SCHMIDLE (1899) bei *Batrachospermum* beobachtet worden. Zur Zeit der Entlassung aus den Spermatangien sind sie aber auch bei dieser Art einkernig. *Batrachospermum* und *Nemalion* sind indessen die einzigen Arten, wo wir zweikernige Spermatien finden. Bei den übrigen in dieser Hinsicht untersuchten Florideen bleiben die Spermatien immer einkernig. Die einschlägigen Literaturangaben mögen kurz erwähnt werden.

Sichere Angaben darüber, daß der Spermatiumkern sich nicht wieder teilt, finden wir zum ersten Male bei YAMANOUCHI (1906) in bezug auf *Polysiphonia violacea.* Er hat den Befruchtungsvorgang dieser Alge verfolgt, und aus seinen Abbildungen ist mit Sicherheit zu entnehmen, daß der im Prophasenstadium stehende Spermatiumkern durch die Trichogyne hinunter wandert, und bei der Verschmelzung mit dem Eikern sich noch im Prophasenstadium befindet. Eine Teilung des Spermatiumkerns hat YAMANOUCHI bei *Polysiphonia* nie beobachtet. Von SVEDELIUS finden wir in bezug auf *Delesseria sanguinea* (1914, S. 18, Abb. 16) und *Scinaia furcellata* (1915, S. 29, besonders Fig. 160 S. 27) Angaben, die darauf hindeuten, daß die Spermatiumkerne dieser Algen sich nicht wieder teilen, und eine Beobachtung, die in ähnlicher Weise zu deuten ist, habe ich selbst in bezug auf *Griffithsia corallina* (1916, S. 109) mitgeteilt.

Bei den Florideen haben wir demnach zwei verschiedene Befruchtungstypen, indem der Spermakern bei der Verschmelzung mit dem Eikern entweder im Ruhestadium oder im Prophasenstadium sich befinden kann.

Der erstere Fall deutet darauf hin, daß eine Kernteilung im Spermatium stattgefunden hat. Bei der Entlassung aus dem Spermatangium befindet sich der Kern des Spermatiums bei allen untersuchten Florideen im Prophasenstadium.

Das Hinunterwandern des Spermakerns durch die Trichogyne ist bei *Nemalion* zum ersten Male von WILLE (1894, S. 58) beschrieben und abgebildet worden. Er hat den männlichen Kern bis in den Karpogonbauch verfolgen können, und nach den Abbildungen zu urteilen, hat er in vollkommen richtiger Weise beobachtet, daß der Kern sich im Ruhestadium befindet. Die Arbeit von WILLE ist auch in der Hinsicht von besonderem Interesse, da dort zum ersten Male die Vereinigung des männlichen und des weiblichen Geschlechtskernes bei einer Floridee beschrieben worden ist.

Die Karpogonäste entwickeln sich als Seitentriebe der assimilierenden Zweigbüschel (Abb. 2 und 3) und bestehen aus 4—7 Zellen, von denen die 3—4 oberen außer dem Kern je einen farblosen Chromatophor (Chromatophorenanlage) enthalten. Die anderen Zellen der Karpogonäste, deren Chromatophoren bald rot gefärbt werden, entwickeln im allgemeinen schon vor der Befruchtung einige Seitentriebe, die sich zu assimilierenden Fäden ausbilden. Die oberste Zelle des Karpogonastes entwickelt sich zum Karpogon; die zwei bis drei darunter folgenden spielen bei der Entwicklung des Gonimoblasten eine ernährungsphysiologische Rolle.

In der jungen Karpogonanlage liegt der Kern unterhalb des Chromatophors. Sobald sich aber die Trichogyne zu entwickeln beginnt, und eben eine Länge erreicht hat, die derjenigen der eigentlichen Karpogonzelle gleich ist, beobachtet man, daß der Kern oberhalb des Chromatophors liegt. Der Kern scheint auch jetzt etwas inhaltsreicher als vorher. Ich deute dies als ein Prophasenstadium einer Kernteilung. Etwas später findet man den Kern wieder unterhalb des Chromatophors. Eine Kernteilung hat, wie ich glaube, stattgefunden, der primäre Karpogonkern hat zwei neue Kerne erzeugt, der eine wandert in die Trichogyne hinauf, und stellt den Trichogynkern dar, der andere, der Eikern, wandert nach dem unteren Teile des Karpogons, und bleibt bis zur Zeit der Befruchtung unterhalb des Chromatophors liegen. Der Trichogynkern ist sehr klein und auch in den jungen Trichogynen nur mit Schwierigkeit nachweisbar. In den älteren Trichogynen ist er schon zugrunde gegangen. — Das Aufwärtswandern des primären Karpogonkerns, und das Auftreten eines Trichogynkerns ist schon von WOLFE beschrieben worden. KURSSANOW (1909,

S. 325) konnte dagegen die Zweikernigkeit des Karpogons nicht nachweisen. Das Karpogon scheint bei den Florideen normal zweikernig zu sein (vgl. KYLIN, 1916, S. 108).

Wenn der Spermakern durch die Trichogyne hinunter wandert, wandert der Eikern im allgemeinen ihm entgegen, bleibt im oberen Teil des Karpogonbauches liegen und verschmilzt dort mit dem Spermakern (Abb. 4b). Bisweilen findet man aber, daß der Eikern im unteren Teil des Karpogonbauches ruhig liegen bleibt, und daß die Verschmelzung der beiden Geschlechtskerne dort vonstatten geht (Abb. 4e). — Das Hinaufwandern des Eikerns ist schon von WILLE und WOLFE beobachtet worden. Nach diesen Forschern wandert der befruchtete Eikern wieder nach unten. Dies ist wohl im allgemeinen der Fall, nicht selten findet man aber den Zygotenkern während der Prophasenstadien der ersten Kernteilung noch im oberen Teile des Karpogonbauches liegen.

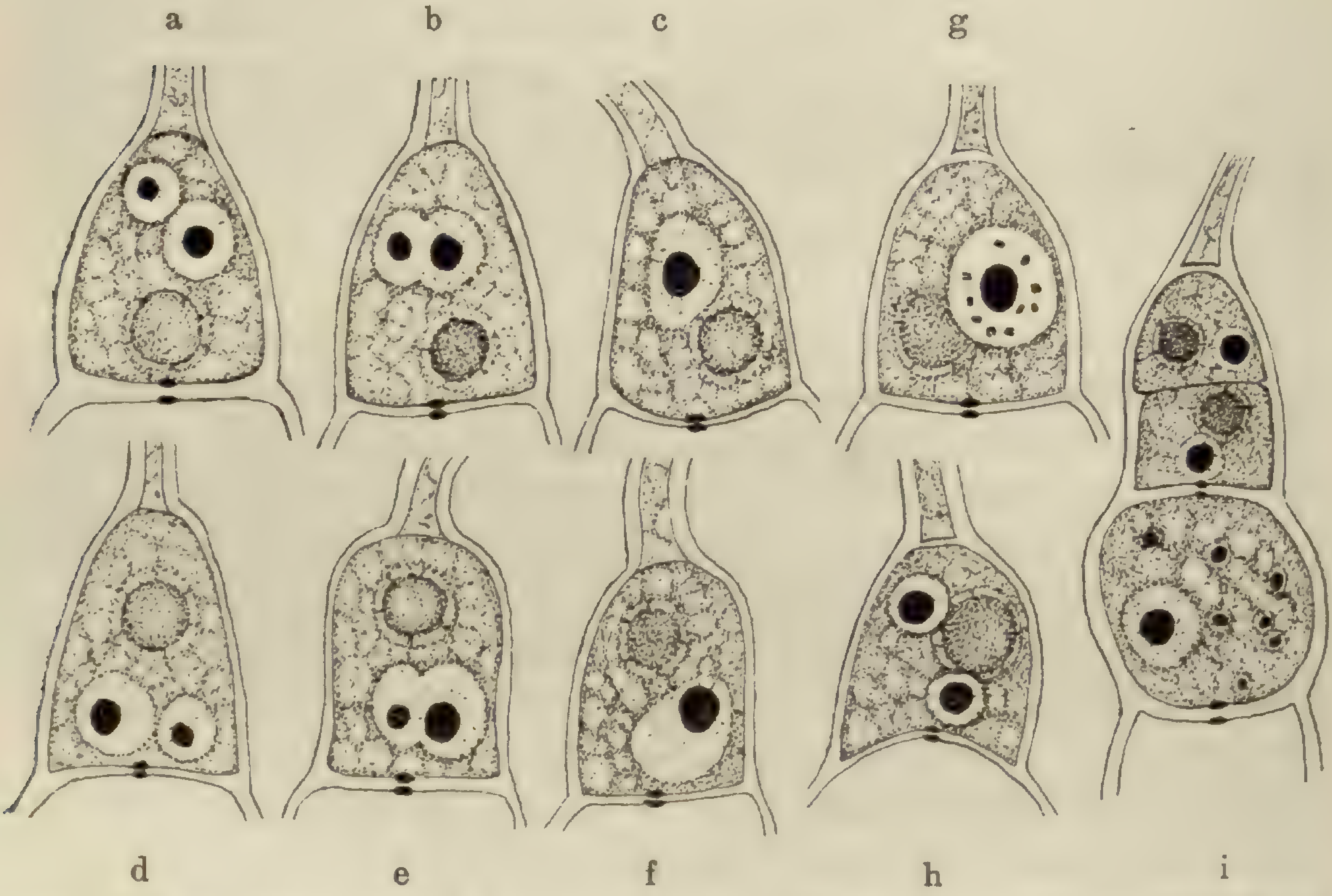


Abb. 4. Befruchtung und Reduktionsteilung. — Vergr.: a—h 1770 mal; i 1200 mal.

Die Geschlechtskerne befinden sich bei ihrer Verzchmelzung im Ruhestadium, sie erscheinen aber etwas inhaltsreicher als die vegetativen Kerne. Der Eikern ist etwas größer als der Spermakern und besitzt auch einen etwas größeren Nukleolus als dieser. Der Inhalt besteht, von dem Nukleolus abgesehen, aus einer

Menge sehr kleiner Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin nur unbedeutend färben. Nach der Vereinigung der Kerne verschmelzen die beiden Nukleolen, und dann ist der Zygotenkern fertig. Dieser ist im Vergleich mit den übrigen Kernen bei *Nemalion* sehr groß. Er besteht aus einem großen Nukleolus und zahlreichen, sehr schwach färbbaren Körnchen.

Die früheren Prophasenstadien der ersten Teilung des Zygotenkerns habe ich nicht verfolgen können. Im späten Prophasenstadium beobachtet man aber einige Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin stark färben und deshalb gut hervortreten. Die Zahl dieser Körnchen habe ich nicht sicher bestimmen können, sie scheint aber etwa 10 zu sein. In einzelnen dieser Körnchen glaube ich auch eine Doppelheit beobachtet zu haben. Ein solches Stadium ist in Abb. 4g abgebildet worden; es stellt meiner Meinung nach das Diakinesenstadium einer Reduktionsteilung dar.

Es ist zu bemerken, daß die haploide Chromosomenzahl bei *Nemalion* etwa 10 beträgt. Wäre die erste Teilung des Zygotenkerns eine gewöhnliche somatische Teilung, so müßten dabei etwa 20 Chromosomen auftreten. Ich habe aber bei der ersten Teilung des Zygotenkerns immer nur etwa 10 zählen können. Diese Chromosomen sind demnach als Doppelchromosomen zu betrachten.

Nach der heterotypischen Kernteilung sind im Karpogon zwei Kerne vorhanden, die bedeutend kleiner als der Zygotenkern sind. Unmittelbar nach der Kernteilung teilt sich der Chromatophor, und dann folgt sofort eine Zellteilung. Das Karpogon wird durch eine Querwand in zwei Zellen zerlegt, von welchen jede einen Kern und einen Chromatophor besitzt. Aus der oberen entwickelt sich der Gonimoblast, die untere wird als Stielzelle bezeichnet, (WILLE, 1894, S. 60; WOLFE, 1904, S. 619).

Die beiden Tochterkerne, die durch eine Reduktionsteilung entstanden sind, teilen sich im allgemeinen noch einmal. Diese Teilung nennt man die homöotypische Teilung. Es wäre demnach zu erwarten, daß bei *Nemalion* sowohl der Kern der Gonimoblastenanlage als derjenige der Stielzelle unmittelbar nach der Teilung des Karpogons eine Kernteilung durchmachte. Die Teilung des Kerns der Gonimoblastenanlage läßt nicht lange auf sich warten. Der Kern der Stielzelle teilt sich aber, soweit ich habe finden können, nicht mehr. Man findet den Kern der Gonimoblastenanlage in der Prophase, der Kern der Stielzelle verharrt aber im Ruhestadium (Abb. 5a). Der erstere Kern teilt sich und unmittelbar darauf scheidet die Gominoblastenanlage seitlich eine kleine Zelle ab, der Kern der Stielzelle bleibt aber immer im Ruhestadium. Die

Gonimoblastenanlage scheidet seitlich noch einige Zellen ab, in der Stielzelle ist aber nur ein Kern nachweisbar. Aus diesen Tatsachen glaube ich schließen zu können, daß der Kern der Stielzelle normal keine homöotypische Teilung durchmacht. In Ausnahmefällen könnte wohl aber eine solche Teilung eintreten. WOLFE (1904, S. 619) behauptet, er habe in einem Falle gesehen, daß die Stielzelle sich durch eine longitudinale Wand geteilt habe. Diese Zellteilung setzt natürlich eine Kernteilung voraus, und in diesem Falle hätte also der Kern der Stielzelle eine homöotypische Teilung durchgemacht.

Wegen der reichlichen Zugabe von Nahrung wird aber der Kern der Stielzelle in ähnlicher Weise wie die Kerne der beiden darunter liegenden Zellen des Karpogonastes stark vergrößert. Die Stielzelle verschmilzt mehr oder weniger mit der hypogynen Zelle und diese mit der darunter liegenden. Die Chromatophoren dieser Zellen werden bald aufgelöst und nach und nach werden auch die Zellkerne zerstört. Die vierte Zelle des Karpogonastes, von oben gerechnet, kann sich in solcher Richtung entwickeln, daß sie einer assimilierenden Zelle ähnlich wird, und trägt dann im allgemeinen einen oder einige assimilierende Zellfäden, nicht selten findet man aber, daß sie sich mit einem reichen protoplasmatischen Inhalt füllt, und sie dient dann in ähnlicher Weise wie die beiden darüber liegenden Zellen dem hervorwachsenden Gonimoblasten als Ernährungszelle.

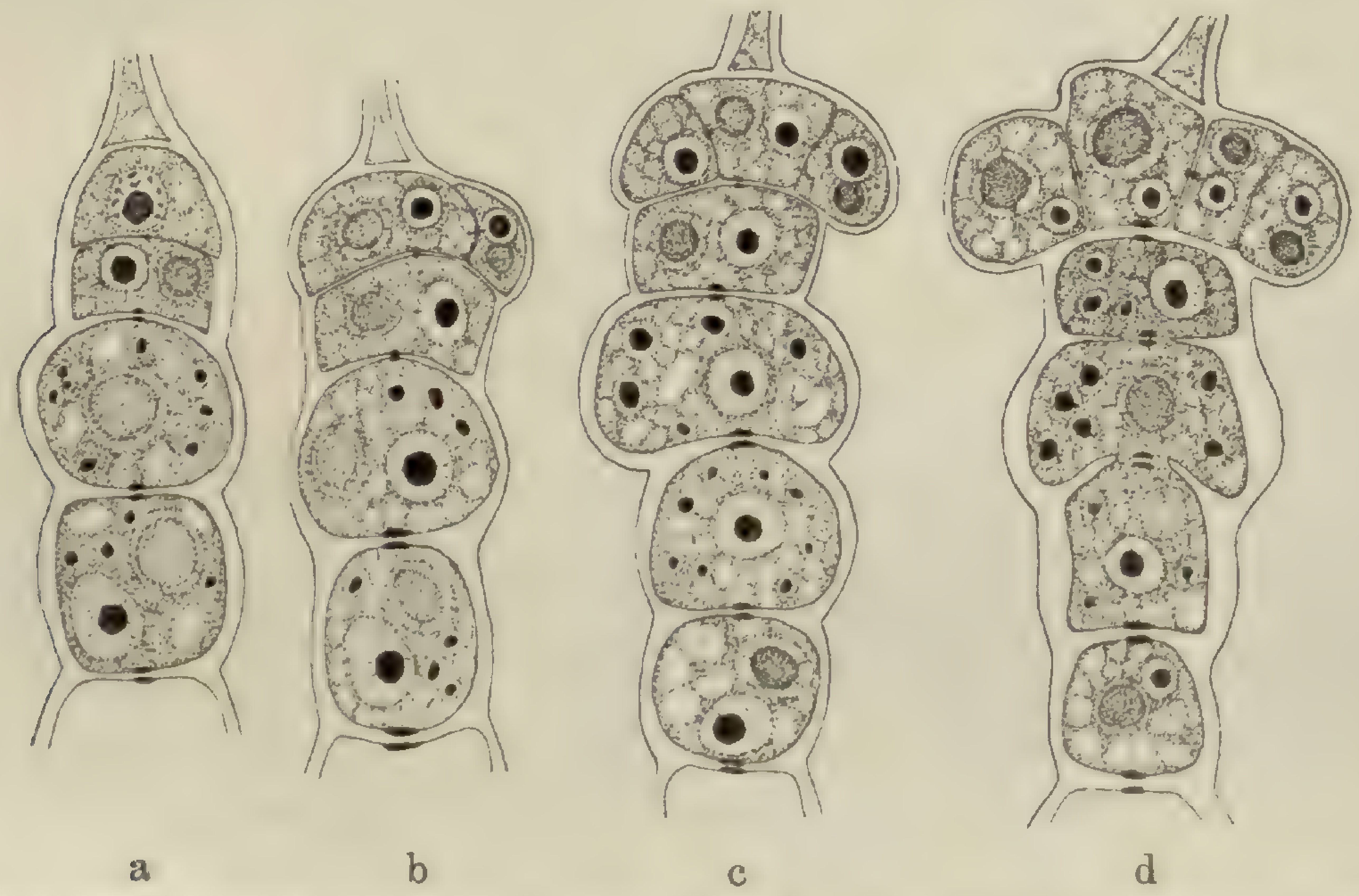


Abb. 5. Die ersten Entwicklungsstadien des Gonimoblasten. Vergr.: 1200 mal.

Unmittelbar nach der Befruchtung findet man in den Ernährungszellen eine Menge Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben. Diese Körnchen sind wahrscheinlich eiweißartiger Natur und dienen den hervorwachsenden Gonimoblasten als Nahrung.

Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben, können schon vor der Befruchtung in den verschiedenen Zellen des Karpogonastes vorhanden sein. Sie sind oft kleinen Zellkernen täuschend ähnlich, und sind besonders lästig, wenn es gilt, den Spermakern im Karpogon oder den Trichogynkern nachzuweisen.

Die Entwicklung des Gonimoblasten ist in den Abb. 5 und 6 abgebildet. Die Gonimoblastanlage scheidet seitlich mehrere Zellen ab, die sich zu Zellreihen entwickeln, welche längs des Karpogonastes nach unten wachsen. Von diesen Zellreihen wachsen zweizellige, seltener dreizellige Zweige empor, deren Endzellen sich zu Karposporangien umbilden. Jede subterminale Zelle kann mehrere solcher Sporangien erzeugen. Jedes Karposporangium bildet eine Karpospore, die dadurch frei wird, daß die Sporangienwand oben zerquillt. Ob die Karpospore bei der Entlassung nackt ist oder sich schon mit einer dünnen Membran umgeben hat, habe ich nicht sicher entscheiden können.

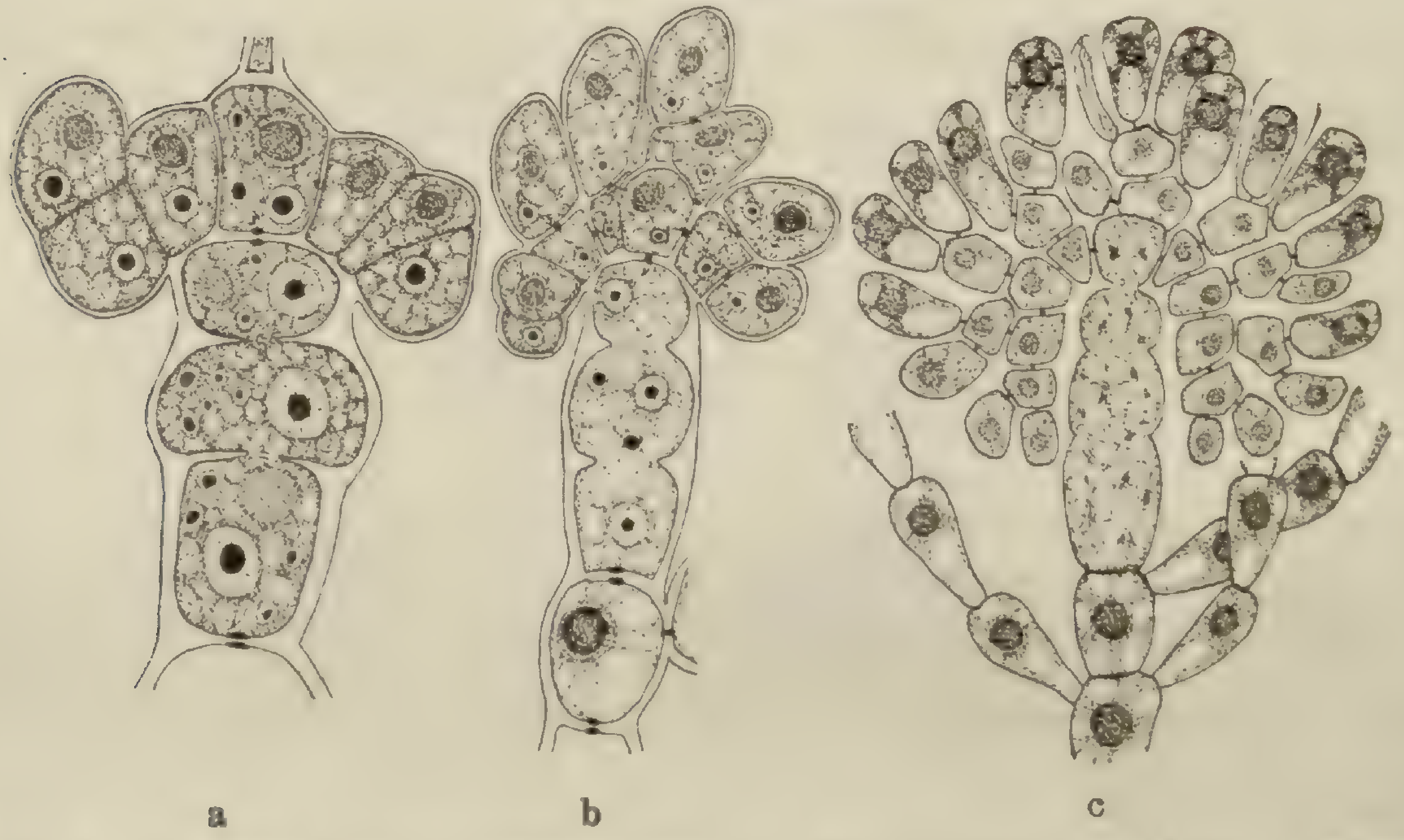


Abb. 6. Spätere Entwicklungsstadien des Gonimoblasten. (Abb. c etwas schematisiert.) Vergr.: a 1200 mal; b 800 mal; c 600 mal.

Bisweilen findet man, daß die erste Zellwand der Gonimoblastenanlage eine Querwand ist und nicht wie im allgemeinen eine longitudinale Wand. Man bekommt dann zwei Gonimoblastenanlagen, die beide Gonimoblastenfäden entwickeln können (Abb. 7). Diese Zellteilungsweise ist schon von WILLE beobachtet worden.

Bei der Keimung der Karposporen entwickeln sich nach CHESTER (1896) *Chantransia*-ähnliche Jugendstadien, welche dann die *Nemalion*-Pflanzen ausbilden.

Es erübrigt jetzt, einige Vergleichspunkte zwischen den Kern- und Zellteilungen, die im Zusammenhang mit der Reduktion der Chromosomen bei *Nemalion* und bei *Scinaia* stehen, hervorzuheben. Die Reduktionsteilung der letzteren Alge kennen wir durch die besonders sorgfältige Untersuchung von SVEDELIUS. Die hypogyne Zelle entwickelt bei dieser Alge seitlich vier große Zellen. Nach der Befruchtung wandert der Zygotenkern in eine dieser Zellen hinein, und dort findet zuerst die heterotypische, dann die homöotypische Teilung statt. Auf diese Weise erhalten wir vier haploide Zellkerne. Einer von diesen wandert wieder in das Karpogon hinein, und dann treibt das Karpogon seitlich einen Zellfaden hervor, welcher sich zum Gonimoblasten entwickelt. Bei *Nemalion* bleibt dagegen der Zygotenkern im Karpogon liegen, und unmittelbar nach der heterotypischen Teilung wird das Karpogon durch eine Zellwand in zwei Zellen zerlegt. Nur der Kern der oberen (der Gonimoblastenanlage) macht eine homöotypische Teilung durch, indem er sich zum Gonimoblasten zu entwickeln beginnt, der Kern der unteren Zelle (der Stielzelle) teilt sich dagegen nicht weiter.

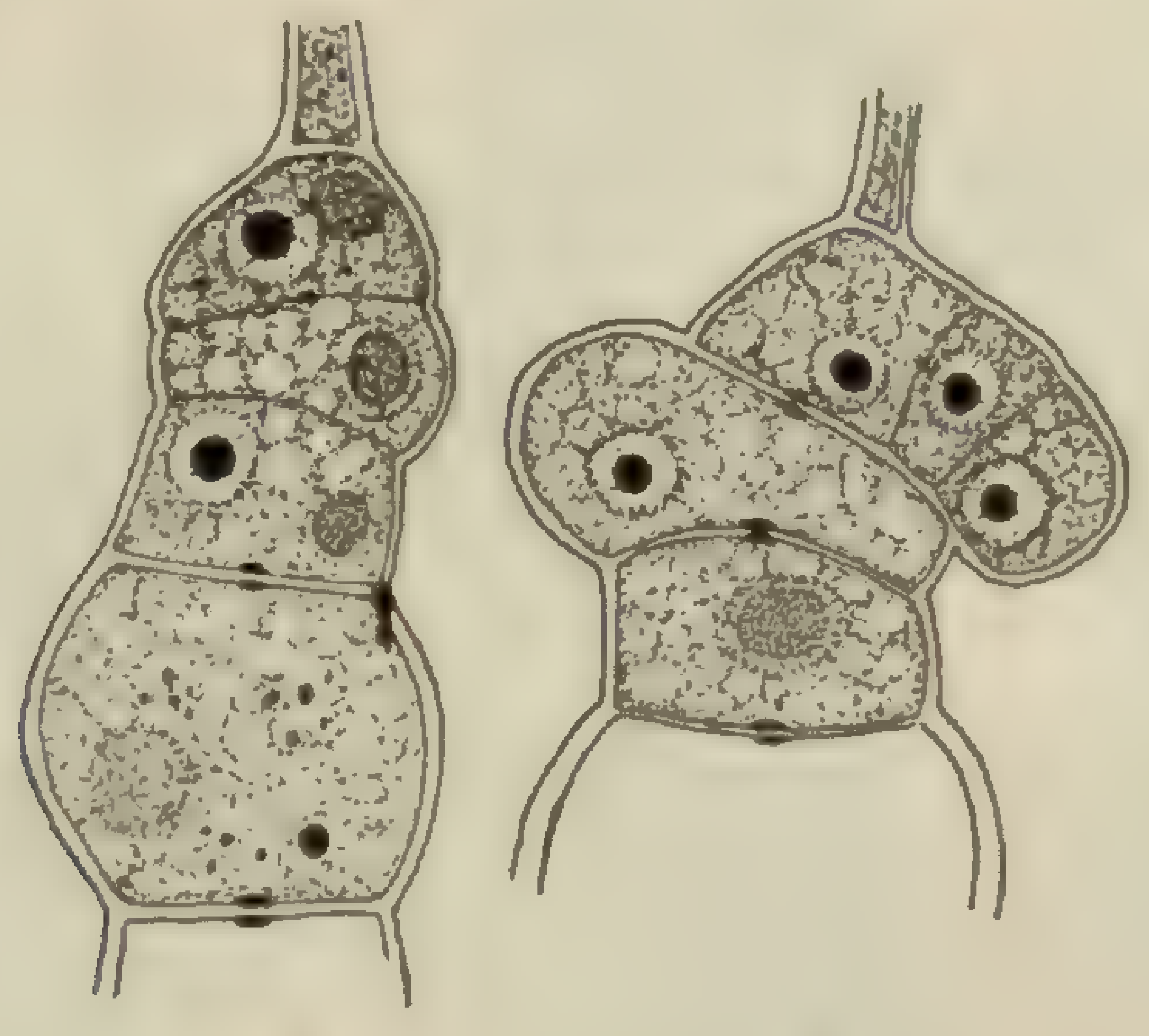

a b

Abb. 7. Atypische Gonimoblastenentwicklung. Vergr.: 1200 mal.

Die oben erwähnten Verschiedenheiten zwischen *Scinaia* und *Nemalion* stehen sicher damit im Zusammenhang, daß der Zygotenkern bei der ersteren in eine große Zelle hineinwandert, bei der letzteren dagegen in dem kleinen Karpogonbauch liegen bleibt. Es liegt in der Natur der großen Zelle, in welche der Zygotenkern bei *Scinaia* eingewandert ist, daß sie sich nicht weiter teilt, nud der Zygotenkern macht ruhig die beiden Teilungen durch, die im allgemeinen mit einer Reduktionsteilung im Zusammenhang stehen. In der Natur des Karpogons bei *Nemalion* liegt es dagegen, daß es unmittelbar nach der Befruchtung einen Gonimoblasten entwickelt, und wir finden deshalb nach der ersten Kernteilung sofort eine Zellteilung. Die untere der so gebildeten Zellen, die Stielzelle, vermittelt nur den Zusammenhang zwischen der hypogynen Zelle und der Gonimoblastenanlage, und eine Kernteilung in der Stielzelle wäre zwecklos, nur in der oberen Zelle, die sich zum Gonimoblasten entwickelt, findet eine homöotypische Kernteilung statt.

Upsala, Botanisches Institut, im April 1916.

Literaturverzeichnis.

CHESTER, GR. D., Notes concerning the development of *Nemalion multifidum*, Bot. Gazette, Vol. 21, Chicago 1896.

DAVIS, B. M., The Fertilization of *Batrachospermum*. — Annals of Botany Vol. 10, London 1896.

— —. Nuclear Phenomena of sexual reproduction in Algae. — American Naturalist, Vol. 44, New York 1910.

KURSSANOW, L., Beiträge zur Cytologie der Florideen. — Flora, Bd. 99, Jena 1909.

KYLIN, H., Studien über die Entwicklungsgeschichte von *Rhodomela virgata* Kjellm. — Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 8, Stockholm 1914.

— —, Die Entwicklungsgeschichte von *Griffithsia corallina* (Lighif.) Ag. — Zeitschrift für Botanik, Jahrg. 8, Jena 1916.

LEWIS, J. F., The Life History of *Griffithsia bornetiana*. — Annals of Botany, Vol. 23, London 1909.

SCHMIDLE, W , Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsection von *Batrachospermum* — Bot. Zeitung. Jahrg. 57, Leipzig 1899.

SVEDELIUS, N., Über den Generationswechsel bei *Delesseria sanguinea*. — Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 5. Stockholm 1911.

— —, Über die Spermatienbildung bei *Delesseria sanguinea*. — Ebenda, Bd. 6, 1912.

— —, Über die Zystokarpienbildung bei *Delesseria sanguinea*. — Ebenda, Bd. 8, 1914.

— —, Über die Tetradenteilung in den vielkernigen Tetrasporangiumanlagen bei *Nitophyllum punctatum*. — Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. 32, Berlin 1914.

— —, Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über *Scinaia furcellata*, ein Beitrag zur Frage der Reduktionsteilung der nicht tetrasporenbildenden Florideen. — Nova acta reg. soc. sc. Upsaliensis, Ser. 4, Vol. 4, Upsala 1915.

WILLE, N , Über die Befruchtung bei *Nemalion multifidum* (Web et Mohr) J. Ag. — Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. 12, Berlin 1994.

WOLFE, J. J., Cytological Studies on *Nemalion*. — Annals of Botany, Vol. 18, London 1904.

YAMANOUCHI, S., The Life History of *Polysiphonia violacea*. — Bot. Gazette, Vol. 42, Chicago 1906.

27. H. Harms: Über die Blütenverhältnisse und die systematische Stellung der Gattung Cercidiphyllum Sieb. et Zucc.

(Mit Tafel V und einer Textfigur.)

(Eingegangen am 28. April 1916.)

Cercidiphyllum japonicum Sieb. et Zucc., ein schon seit längerer Zeit in den europäischen Gärten angebauter winterharter Baum aus Japan, scheint bisher nur sehr selten oder nie bei uns geblüht zu haben[1]). Anfang April d. J. machte mich Herr Prof. Dr. P. GRAEBNER darauf aufmerksam, daß einige Exemplare des Dahlemer Bot. Gartens zur Blüte gelangt seien; es waren dies zwei ♂ Exemplare im System, von denen das eine sehr reichlich, das andere ganz spärlich blühte, und außerdem drei reichlich blühende ♀ und ein spärlich blühendes ♂ Exemplar im Arboretum. Ich hatte so Gelegenheit, die Blüten im frischen Zustand untersuchen zu können, was mir um so willkommener war, als ich mich vor Jahren einmal mit der eigenartigen Gattung beschäftigt hatte (Bericht. Deutsch. Bot. Ges. XV. [1897] 350). In den wesentlichsten Zügen hat freilich bereits H. SOLEREDER (in Bericht. Deutsch. Bot. Ges. XVII [1899] 387) den Blütenbau wie den vegetativen Aufbau zutreffend und eingehend geschildert. Doch lieferte mir die Untersuchung der lebenden Blüte einige nicht unwesentliche Ergänzungen zu SOLEREDERs Angaben, der nur Herbarmaterial prüfen konnte, und zugleich gewann ich daraus eine andere Ansicht über die systematische Stellung der Gattung, als sie SOLEREDER vertreten hat.

Auf die ältere Literatur gehe ich hier nicht ein, da sie in SOLEREDERs Arbeit schon ausführlich behandelt ist. Aus neuerer Zeit will ich nur noch folgende Arbeiten nennen: H. MAYR (Fremdländische Wald- und Parkbäume [1906] 461) nennt den Baum „Kuchenbaum", weil die abgefallenen Blätter einen starken Geruch nach frischgebackenem Kuchen entwickeln; zugleich macht er Angaben über Wuchsverhältnisse und Kulturbedingungen bei uns. GRAF VON SCHWERIN (Mitteil. Deutsch. Dendrol. Ges. XIX. [1910] 239) bespricht die forstliche Bedeutung des Baumes und seine Vermehrungsweise; weitere Angaben über Anpflanzungsversuche bei uns machen SCHWAPPACH (ebenda [1911] 8), BEISSNER (ebenda [1911] 329), L. V. GNIEWOSZ (ebenda [1911] 393), VON BRONSART (ebenda [1913] 94, 95). Der Baum neigt bei uns wie offenbar auch in der Heimat oft zur Zwieselbildung und Entwicklung mehrerer Hauptstämme, so daß ein buschiger strauchartiger Wuchs entsteht, wie ihn auch das mir bekannte stärkste Exemplar zeigt, nämlich das im Park von Sanssouci-Potsdam am chinesischen Häuschen, auf das Herr Prof. Dr. GRAEBNER mich hinwies; es ist dies übrigens ein ♂, das am 21. April 1916 recht reichlich Blüten trug, deren Antheren allerdings schon verstäubt waren. Wie H. FORSTER (in Mitteil. Deutsch. Dendrolog. Ges. [1908] 46, 75) angibt, haben die Exemplare zu Klingenburg in Bayern einen schönen Wuchs wie Pyramidenpappeln, mit schlankem, einfachem Stamm. — Von größtem Interesse für die Kenntnis des Baumes sind die Mitteilungen des verdienten China-Reisenden E. H. WILSON, der den Baum in China (West-Szechuan, West-Hupeh, Shensi) wiederholt beobachtet hat und ihn als den größten Laubbaum des gemäßigten Ostasien schildert; den chinesischen Baum sieht er als eigene Varietät an (vergl. E. H. WILSON, A Naturalist in West. China I.]1913] 126, Abb. S. 50; ferner A. REHDER u. WILSON in CH. SPR. SARGENT, Pl. Wilsonianae III. [1913] 316). — Eine gute Abbildung blühender Zweige findet sich bei SHIRASAWA1), Icon. ess. For. Jap. I. (1900) t. 41; danach ist auch die Abbildung in C. K. SCHNEIDERs Illustr. Handb. Laubholzk. 3. Lief. (1904) 424 zusammengestellt. — Die zweite Art der Gattung, *C. ovale* Maxim. (Nippon), kenne ich nicht.

---

[1]) Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Prof. KOEHNE haben ♂ Exemplare in den SPÄTH'schen Baumschulen geblüht.

Den vegetativen Aufbau hat zuerst SOLEREDER auseinandergesetzt. Wir haben Kurzsprosse und Langsprosse zu unterscheiden. Die schlanken dünnen einjährigen Langsprosse tragen etwa 2—6, meist 3—4 Paare meist gegenständiger gestielter herzförmiger Primärblätter; wechselständige Stellung kommt seltener vor. In der Achsel jedes Primärblattes entwickelt sich eine Laubknospe; demnach findet man im nächsten Frühjahr oberhalb der Narbe des abgefallenen Primär-Laubblattes eine junge Knospe, und es trägt daher der Zweig dann ebensoviele Paare rötlicher junger Laubknospen wie Laubblattpaare des vorigen Jahres vorhanden waren. Diese jungen Laubknospen können nun entweder zu Langtrieben auswachsen oder zu Kurztrieben werden. Ihr Bau ist der folgende: Die Knospe besteht aus 3 Niederblättern (n_1, n_2, n_3) und einem neuen Laubblatt (l) in

---

1) Die von SHIRASAWA abgebildeten blühenden Zweige sind offenbar einjährige Langtriebe, welche in den Achseln der Primärblätter Knospen getrieben haben, die im nächsten Frühjahr sogleich zum Blühen kommen; der abgebildete fruchtende Zweig zeigt mehrjährige Kurztriebe.

zweizeiliger Anordnung dieser Organe; dies gilt sowohl für vegetative wie für reproduktive Knospen. Das erste kürzeste der 3 Niederblätter ist der Achse des Langtriebes angedrückt, daher mehr oder minder zweikielig; es hat eine ziemlich derbe feste Konsistenz und rotbräunliche Farbe. Ihm gegenüber, also auf der der Langtriebachse abgewandten Seite, steht das nächste höhere, etwas längere Niederblatt, und diesem gegenüber das dritte längste der drei Niederblätter; die beiden letztgenannten Niederblätter sind häutig und rosa überhaucht. Dem letzten dritten Niederblatt gegenüber, also auf derselben Seite wie das abgefallene Laubblatt, in dessen Achsel die Knospe steht, kommt nun das erste junge Laubblatt der Knospe zur Entwicklung, das im jugendlichen Zustande rötlich gefärbt ist und erst allmählich beim Entfalten und Größerwerden ergrünt; die nach innen eingeschlagenen Ränder des jungen Laubblattes sondern an den Spitzen ihrer Kerbzähne je einen Sekrettropfen aus (SOLEREDER, Syst. Anat. Dicotyl. [1899] 38: Schließlich sind noch die in den Kerbzähnen des Blattrandes sitzenden köpfchenartigen vielzelligen drüsigen Emergenzen zu erwähnen, die ein gummöses Sekret enthalten). Das Laubblatt, dessen Stiel oft rötlich gefärbt ist, wird begleitet von einem intrapetiolaren zarten häutigen rosa überhauchten abfälligen Nebenblatt, das in zwei Spitzen ausgeht; es ist diese Stipula aus gemeinsamem Grunde mehr oder minder bis zur Mitte oder kaum so weit oder tiefer zweispaltig, die Lappen laufen in eine haarfeine Spitze aus, sind ungeteilt, oder haben noch 1—2 Seitenzähne, öfter geht auch das Nebenblatt in der Mitte oder fast in der Mitte in eine haardünne Spitze aus.

Vermöge der eben geschilderten Stellungsverhältnisse kommt das neue Laubblatt stets auf dieselbe Seite, nämlich nach außen, zu liegen, wie das vorangehende, in dessen Achsel die junge Knospe gebildet wurde. Wenn nun der Vegetationspunkt der Laubknospe sich weiter entwickelt, so bildet er zuerst ein Paar gegenüberstehender Laubblätter, die zu der zweizeiligen Anordnung der vorangehenden Blattorgane (3 Niederblättern und 1 Laubblatt) gekreuzt stehen. In jungen Knospen ist dieses erste Paar junger Laubblätter (Abb. R, S, ll), an deren Spitzen meist ein Sekrettröpfchen steht, mit den begleitenden haarfeinen etwas rötlichen Nebenblattspitzen meist leicht erkennbar. Dem ersten Paar folgt ein zweites Laubblattpaar in gekreuzter Stellung usw. In der Achsel des ersten Laubblattes (l) der Knospe kommt gleichzeitig eine winzige Knospe (k) zweiter Ordnung zur Entwicklung, die in einer Nische des Blattstiels sitzt und der kurzen Achse des jungen Triebes angedrückt ist (Abb. S.). Die neue Achselknospe beginnt wieder mit einem auf der Seite der Achse sitzenden auf dem Rücken schwach ausgefurchten bisweilen etwas zweispitzigen ersten Niederblatt (oder Vorblatt in adossierter Stellung), das oft schon in ganz jungen Stadien erkennbar ist. Wächst der Vegetationspunkt mit seinen jungen Blattpaaren aus, so tritt aus der Knospe ein junger Langtrieb heraus; stirbt der Vegetationspunkt ab, ohne neue Blattorgane zu entwickeln, so setzt die junge Achselknospe zweiter Ordnung den Sproß fort, und es entsteht ein sympodial gebauter Kurztrieb mit stark gestauchten Internodien. Es kann natürlich neben dem jungen Langtrieb auch die junge Achselknospe seines ersten Laubblattes sich weiter entwickeln. Der Kurztrieb bringt jährlich nur ein Laubblatt hervor, das von der Achse des Langtriebes, an dem der Kurztrieb steht, abgewandt ist; die Laubblätter eines Kurztriebpaares stehen sich daher gegenüber. Nach vorstehendem ist klar, das jeder Langtrieb am Grunde auf seiner Außenseite mit einem Laubblatt beginnt, nachdem die diesem vorangehenden drei Niederblätter abgefallen sind; erst oberhalb dieses ersten Laubblattes, das bisweilen durch ein kurzes Internodium hochgehoben wird, haben wir einige Paare gewöhnlich gegenständiger Laubblätter. Die in der Anlage decussierte Blattstellung verwischt sich später oft; besonders an fast horizontalen Trieben am Grunde des Stammes finden wir die Blätter später oft in nahezu einer Ebene ausgebreitet. Kurztriebe können dadurch, daß sich die Achselknospe des Laubblattes weiter entwickelt, an allen Knoten, wo ein primäres Laubblatt gesessen hat, zur Entwicklung kommen; es kann allerdings auch vorkommen, daß sie später absterben¹).

Die sympodial gebauten vegetativen Kurztriebe, die natürlich jedes Jahr nur je ein Laubblatt hervorbringen, können dadurch, daß die weitere Verzweigung regelmäßig aus der Achsel des Laubblattes erfolgt und der Vegetationspunkt erlischt, mehrjährig werden. Aus der Zahl der Narben der abgefallenen Laubblätter läßt sich das Alter des Kurztriebs ermitteln. Indessen ist dieses, wenn es 3 Jahre übersteigt, oft kaum noch sicher auszumachen, besonders da die Narben der Laubblätter sich später verwischen und die Kurztriebe höheren Alters oft der Achse des Langtriebs angedrückt sind. An dicken Ästen und am Stamm sind die Kurztriebe fast ganz in die Achse eingesenkt, und es ragt nur der Teil des Kurztriebes

---

1) SOLEREDER's Behauptung (S. 394), daß Kurztriebe nur da fehlen, wo sich die Axillarknospe des Primärblattes zu einem Langtrieb entwickelt hat, verstehe ich nicht; tatsächlich sind Kurztriebe fast stets auch am Grunde der Langtriebe vorhanden, wo dann neben dem Langtrieb eben auch die Axillarknospe des ersten Laubblattes weiterwächst und den Kurztrieb fortsetzt.

heraus, der sich im letzten Jahr gebildet hat, wie SOLEREDER hervorhebt (S. 393).

Sehr häufig beobachtet man eine gabelige Verzweigung der jungen Zweige, wie sie SOLEREDER abgebildet hat (seine Abb. 3). Die beiden gegenständigen einjährigen Langtriebe gehen in einem solchen Falle von einem zweijährigen Langtriebe aus. Diese gabelartige Verzweigung kommt dadurch zustande, daß von den 2—6 Knospenpaaren eines einjährigen Langtriebes sich nur die beiden Knospen des obersten Paares zu neuen Langtrieben entwickeln. Ebensogut können sich aber auch (allerdings selten) alle Knospen oder wenigstens einige Knospenpaare eines bestimmten Langtriebes wieder zu Langtrieben ausbilden, oder es kann von einem Paare nur die eine Knospe auswachsen; im letzteren Falle entstehen, indem sich der neue Langtrieb schließlich in die Richtung des vorjährigen stellt, scheinbar einheitlich gebaute längere Zweige mit zahlreichen Internodien. Auf diese Weise kommen verschiedenartige Verzweigungsformen zustande; indessen herrscht im allgemeinen eine gabelige Verzweigungsform aus den Endknospen der Langtriebe vor, besonders an oberen, weiter herausragenden Zweigen. Bisweilen ist zwischen den beiden Gabelzweigen noch ein kurzes, oft verschrumpftes Achsenende des vorjährigen Langtriebes zu sehen; es ist dann wohl meistens das eigentliche Endknospenpaar mangelhaft entwickelt gewesen oder es hat die Verzweigung aus einem unteren Knospenpaar stattgefunden und alle Säfte an sich gezogen, so daß das Endstück des vorjährigen Langtriebes dem Absterben verfällt. Entwickelt sich von jedem Knospenpaar immer nur die eine Knospe zum Langtrieb, so kommen später scheinbar einheitliche längere dünne Zweige zustande, die aber aus ungleichen Stücken verschiedenen Alters bestehen, wie man oft deutlich noch an der ungleichen Länge und Dicke der an ihren Knoten stehenden Kurztriebpaare sehen kann; diese längeren Zweige bestehen aus Stockwerken ungleichen Alters und jedes Stockwerk hat etwa 2—6, selten mehr Paare von Kurztrieben gleichen Alters. Von den beiden Endknospen eines Langtriebes ist dann nur eine zum neuen Langtrieb ausgewachsen. In älteren Zuständen scheinbar einfacher Zweige ist natürlich oft die Zusammensetzung schwer zu erkennen. Längere Äste von mehr als 6 Internodien haben daher sympodialen Aufbau, da die Jahresproduktion eines Langtriebes selten mehr als 6 oder 7 Paare von Laubblättern beträgt; doch scheinen auch Langtriebe mit 8—10 Blattpaaren vorzukommen, besonders in der unteren Region des Baumes, wenn es sich um senkrecht aufstrebende Sprosse handelt. Übrigens können auch die dem Stamme eingesenkten Kurztriebe bisweilen noch Langtriebe bilden. Eigentümlich ist das Vorkommen ganz kurzer nur aus einem Internodium bestehender Langtriebe in der Achsel eines Kurztriebes. Solche gestauchten verkürzten Langtriebe von etwa 0,5—1 cm Länge tragen an ihrer Spitze nur ein Paar von Kurztrieben, deren Blätter in gekreuzter Stellung zu den Blattorganen des Kurztriebes stehen, in dessen Achsel der Langtrieb sitzt. Natürlich liegt die Sache so, daß einmal die Knospe des stützenden Kurztriebes zu einem verkürzten Langtrieb mit nur einem Blattpaar ausgewachsen ist, während auch der Kurztrieb weiter wuchs. Stirbt in einem solchen Falle, was öfter vorkommt, der stützende Kurztrieb ab, so haben wir an der Achse des ursprünglichen Langtriebes seitlich nur einen kleinen verkümmerten Langtrieb mit nur einem Internodium

Der blühende ♂ Baum (Abb. A) gewährt, wenn die vollgefüllten roten Staubbeutelbüschel eben herausgekommen sind, einen recht hübschen Anblick; doch verstäuben die Antheren bei warmer Witterung sehr bald und hängen dann schlaff und gelbgrün herab. Das jugendliche Laubblatt, an seinen eingerollten Rändern mit den glänzenden Perlen der Sekrettröpfchen behangen, ragt aus den ♂ Kurztrieben eben heraus oder ist noch etwas eingeschlossen zwischen den rötlichen Niederblättern, wenn das rote Staubblattbündel daneben heraushängt. Aus den ♀ Kurztrieben ragen die ebenfalls roten schmalen etwas gewundenen fast aufrecht stehenden Narben in der Zahl von 2—4, seltener 5—6 heraus (Abb. K, L, M).

Die blühenden Knospen haben wie die vegetativen 3 Niederblätter (Abb. C, D, E) und ein Laubblatt (Abb. F); die Blüte oder genauer gesagt, Inflorescenz, stellt die Endigung der Knospe oder des Kurztriebes dar, dessen weiteres Wachstum durch die in der Achsel des Laubblattes stehende Knospe fortgesetzt wird. Solche blühenden Kurztriebe können eine erhebliche Länge erreichen, wie man an Herbarmaterial sehen kann: SOLEREDER fand solche mit 13 Internodien von 8 mm Länge und 3 mm Dicke.

Die Verteilung der blühenden Kurztriebe an den Langtrieben ist an keine Regel gebunden. Es können alle Kurztriebe eines Langtriebes blühen, es kann aber auch an demselben Langtrieb blühende und nicht blühende Paare geben, oder es kann von einem Paar der eine Trieb blühen, der andere nicht. Allerdings scheint gerade öfter das obere Paar Knospen eines Langtriebes nicht zu blühen, wohl weil es zum vegetativen Auswachsen bestimmt ist. Es können offenbar Kurztriebe jeden Alters blühen. Man beobachtet blühende Kurztriebe sowohl an den einjährigen, d. h. im vorigen Jahre gebildeten Langtrieben, wie an zwei- oder mehrjährigen Langtrieben. Im ersteren Falle ist natürlich die Axillarknospe des primären Laubblattes des vorjährigen Langtriebes schon im Beginn des 2. Jahres, d. h. in diesem Frühjahr, zum Blühen geschritten. An dickeren Ästen und am Stamme habe ich keine Blüten gesehen[1]).

Äußerlich sind vegetative und reproduktive Kurztriebe kaum zu unterscheiden; allenfalls sind letztere ein wenig dicker.

Das Staubblattbüschel (Abb. B) erhebt sich auf kurzem grünen Stiel von etwa 1—2 mm Länge, der an der Spitze zwei transversal gestellte kleine breite häutige am Rande unregelmäßig zerschlitzte leicht abfällige Hochblätter trägt; nur selten findet man daneben noch ein oder zwei ganz schmale winzige Zipfel in medianer Stellung vorn und hinten. Die Staubblätter (Abb. H) haben dünne farblose freie Staubfäden; ihre Zahl ist unbestimmt und schwankt zwischen 16 und 35. gewöhnlich sind es 18—26. Die schmalen Antheren laufen in ein kurzes Spitzchen aus. Der Pollen (schon von SOLEREDER untersucht) ist klein, fast kugelig, mit fast glatter oder schwach gekörnelter Außenhaut; neben solchen Körnern beobachtet man in ziemlich großer Zahl schwach 3-lappige oder 4-lappige, die offenbar nicht zerfallene Pollentetraden sind.

Die ♀ Kurztriebe (Abb. K, L) zeigen neben dem Laubblatt einen grünen schmalen Stiel von etwa 2—5 mm Länge (später wird er 5—7 mm lang), der an der Spitze 2—4 kleine häutige meist zerschlitzte farblose Hochblätter trägt. Sind deren 4 entwickelt, so beobachtet man in jüngeren Stadien deutlich, daß die transversalen etwas tiefer stehen als die medianen, die von jenen am Rande gedeckt werden; dann haben wir gewöhnlich 4 Carpelle. Sind nur 2 Carpelle vorhanden, so haben wir nur 2 transversale Hochblätter, oder es sind auch die medianen in verkümmerter schmaler Form entwickelt. Beim Vorhandensein von 3 Carpellen stehen fast stets 2 deutlich transversal, das 3. dagegen auf der Hinterseite des Sprosses, d. h. auf der vom Laubblatt abgewandten Seite, wo das 1. Niederblatt steht; dann haben wir gewöhnlich 3 Hochblättchen, 2 transversale unterste und 1 medianes hinteres, doch kann auch noch ein schmales vorderes medianes Blättchen da sein; übrigens findet man gerade oft die hintere mediane Braktee größer und zweispaltig, die vordere ist oft sehr klein, die Hinterseite des Blütensprosses ist also gefördert, was wohl mit der Stellung des großen Laubblattes nach vorn zusammenhängt. — Zuerst fand ich an den ♀ Bäumen nur Kurzsprosse mit 2—4 Carpellen. Etwa 8 Tage später gelangte dann ein drittes Bäumchen zur Blüte, das seine roten Narben herausstreckte, als die beiden andern schon ergrünende Laubblätter trugen. Bei diesem Exemplar wog die 3- oder 4-Zahl der Carpelle vor; daneben aber glückte es mir, auch einige wenige Kurzsprosse mit 5 und 6 Carpellen zu finden. In diesen ist nun die Anordnung der Hochblättchen von besonderem Interesse. Sind nämlich 6 Carpelle entwickelt, so läßt sich meist recht deutlich nachweisen (vergl. die Textabb.), daß die Hochblätter (b_1, b_2, b_3) sowohl wie die Carpelle (c) in 3 gekreuzt gegenständigen Paaren dicht übereinander stehen; es entspringen dann die Hochblätter des 3. Paares (b_3) innerhalb der Carpelle des ersten transversalen Paares. Das dritte Paar ist oft aus der genau decussierten Stellung ein wenig verschoben, doch läßt sich das Anordnungsprinzip noch erkennen. Bei 5 Carpellen kann man auch beobachten, daß die fünfte Braktee etwas schief innerhalb der transversalen Carpelle steht. Diese Anordnungsweise fordert den Schluß, daß die Hochblätter kein einheitliches, alle Carpelle umfassendes und gemeinsam einschließendes Gebilde darstellen, das etwa als Perigon aufzufassen sei; vielmehr muß man danach annehmen, daß es sich um einen Blütenstand aus 2—6 nackten weiblichen Blüten handelt, deren jede in der Achsel eines kleinen Hochblattes steht. Ich kann also meine frühere Ansicht von der Blütennatur des fraglichen Gebildes nicht mehr aufrecht erhalten (vergl. H. HARMS in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. Nachtr. III. [1906] 110) und muß jetzt SOLEREDER beistimmen, der

---

[1]) SOLEREDER stellt die Frage (l c. 395): In welchem Alter blüht der Baum? Darauf kann ich keine bestimmte Antwort geben, zumal ich nicht weiß, ob nicht die Bäume des Dahlemer Gartens schon früher einmal geblüht haben. Herr Oberinspektor PETERS schätzt das Alter des größten, übrigens strauchigen ♂ Baumes von etwa 4—5 m Höhe auf etwas über 20 Jahre, die ebenfalls strauchigen ♀ Exemplare von 2,5—5 m Höhe sind nach ihm gegen 20 Jahre alt oder wenige Jahre jünger; sie gehören vielleicht zu denen, die er vor Jahren aus Samen gezogen hat.

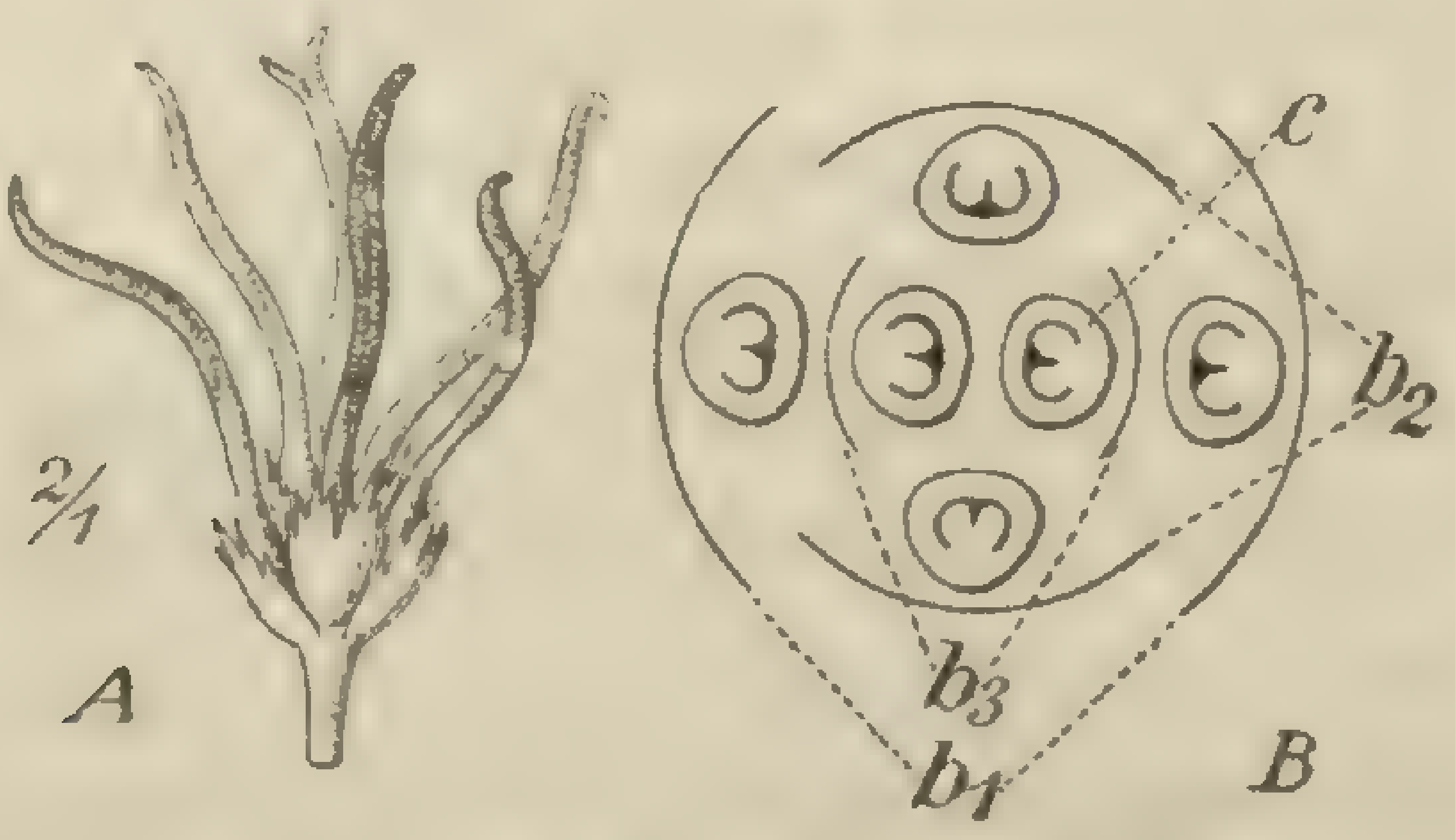


Abb. 1. *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc. A ein Blütenstand mit 6 Fruchtblättern. B Diagramm desselben; b_1, b_2, b_3 die drei annähernd gekreuzt gegenständigen Brakteen, in deren Achseln je ein Carpell c steht.

zuerst die Blütenstandsnatur der sogenannten Blüte von *Cercidiphyllum* behauptet hat. Allerdings wurde er zu dieser Ansicht durch die anomale Stellung des die Plazenta nach außen kehrenden Fruchtblattes geführt. Dieses Stellungsverhältnis der Fruchtblätter würde mich nicht bestimmen, einen Blütenstand anzunehmen, um so weniger, als, wie auch SOLEREDER betont, die Stellung der Fruchtblätter keine normale dadurch wird, daß man das Gebilde als Blütenstand deutet; nur die Annahme etwa eines abortierten medianen vorderen Carpells könnte die Stellung auf die Norm zurückführen, wofür ich jedoch keine Anhaltspunkte gefunden habe.

Die ganz kurz gestielten Carpelle (Abb. M, N, O) sind schmal, haben ein bläulich grünbereiftes, außen etwas gewölbtes, innenseits meist etwas eingekrümmtes Ovarium von 3,5—4 mm Länge, das sich in den sehr langen, dünnen, spitz auslaufenden, oft etwas gedrehten Griffel verlängert, der fast in seiner ganzen Länge auf der Außenseite mit roten Narbenpapillen bedeckt ist (Länge des papillösen Teiles etwa 10—11 mm; der ganze ♀ Blütenstand nebst Stiel ist etwa 2—2,5 cm lang oder später noch etwas länger). Die Samenanlagen (Abb. P) sitzen dachziegelig in 2 Reihen an dünnen Plazenten auf der nach außen, dem Hochblatte zugekehrten Bauchseite der Carpelle; jede Reihe besteht aus 10—12 Ovula. Diese sind fast gerade oder wenig gekrümmt, nach unten in einen kurzen Flügel verschmälert, und kehren die Mikropyle nach oben, nach der Spitze des Carpells, sind also epitrop; sie haben zwei Integumente, aus deren innerem der Kern hervorragt.

H. SOLEREDER[1]) schließt die Gattung den Hamamelidaceen an. Darin stimme ich ihm nicht bei. Gegen die Zugehörigkeit zu den Hamamelidaceen spricht die Einzahl des Carpells, seine abnorme Stellung und die Balgfrucht. Man wird die Gattung mit VAN TIEGHEM (Journ. de bot. XIV [1900] 262) am besten als Vertreter einer eigenen Familie, Cercidiphyllaceae, ansehen (A. ENGLER, Syllabus 7. Aufl. [1912] 187). Es ist offenbar ein isolierter Typus; eigentümlich genug wachsen auf den chinesischen Gebirgen solche nächsten Anschlusses entbehrenden Gattungen wie *Euptelea, Tetracentron* und *Cercidiphyllum* nebeneinander, alte Typen, deren nächste Verwandte nicht mehr leben. Will man indessen diese Gattung an einer bestimmten Stelle des Systems einreihen, so paßt sie nur in die Reihe der Ranales, wo sie auch schon früher stand, als man sie noch zu den Trochodendraceen rechnete. Die Balgfrucht spricht durchaus für diese Verwandtschaft. Dazu kommt

---

1) Ebenso H. HALLIER in Beiheft. Bot. Centralbl. XIV. Heft 2. (1903) 247; Tokyo Bot. Magaz. XVIII. (1904) 55.

aber noch ein wichtiges Merkmal. *Cercidiphyllum* besitzt wie viele Monocotyledonen ein adossiertes Vorblatt in der vegetativen Region. Dieses Merkmal hat R. E. FRIES für die Anonaceen nachgewiesen, die in die Reihe der Ranales gehören (Bericht. Deutsch. Bot. Ges. XXIX. (1911) 292); dasselbe Merkmal haben auch gewisse Vertreter der ebenfalls zu den Ranales gehörenden Nymphaeaceen und Arten der mit den Anonaceen bisweilen in Beziehung gebrachten Aristolochiaceen. Es liegt kein Grund vor, im Falle von *Cercidiphyllum* eine Verwachsung des Vorblattes aus zwei ursprünglich getrennten Blattorganen anzunehmen; solche nur scheinbar einfachen adossierten Vorblätter kommen gelegentlich bei Dicotylen vor (vergl. R. WAGNER in C. K. SCHNEIDER, Handwörterb. [1905] 653), während man für die meisten Monocotylen ein ursprünglich einfaches Organ annimmt. Das Vorhandensein eines adossierten Vorblattes scheint mir demnach auch für die Einreihung der Cercidiphyllaceen in die Ranales zu sprechen.

Vergleicht man den Bau einer vegetativen Knospe (vergl. Diagramme Q und R) mit dem eines blühenden ♀ Kurztriebes, so wird einem die Stellungsanomalie der Carpelle einigermaßen verständlich; denn es ergibt sich dann, daß das Carpell dieselbe Stellung einnimmt wie das adossierte Vorblatt einer in der Achsel eines Hochblattes stehenden Knospe, und ein solches Vorblatt steht mit dem Rücken nach der Achse zu, mit den freien Rändern nach dem stützenden Hochblatt zu. Es ist also das Carpell gewissermaßen ein fruchtbar gewordenes adossiertes Vorblatt. Denken wir uns an Stelle eines terminalen Langsprosses einen ♀ Blütenstand entwickelt, so entsprechen die gekreuzt gegenständigen Hochblättchen den Laubblättern oder vielmehr dem Basalteil ihrer Nebenblätter, denen sie ja auch äußerlich durch häutige Beschaffenheit und zerschlitzten Rand ähneln (nicht selten sind die Hochblätter zweispaltig). Nun hat aber jedes primäre Laubblatt in seiner Achsel eine Knospe, die mit einem adossierten Vorblatt beginnt; stellt man sich vor, es entwickelt sich von der Knospe nur das Vorblatt und dieses wird zum Fruchtblatt, so ergiebt sich der Blütenstand mit seinen Brakteen und seinen die Bauchseite nach außen richtenden Fruchtblättern[1]).

---

[1]) Nach SOLEREDER (l. c. 391) kehrt das Fruchtblatt von *Typha* ebenfalls den Rücken nach hinten, die Commissur und die papillöse Fläche der Narbe nach vorn; also unter den Monocotylen ein Parallelfall zu *Cercidiphyllum*, das im adossierten Vorblatt ein Monocotylenmerkmal hat! — Wie die Stellung des Fruchtblattes bei *Sparganium* ist, scheint noch nicht klar zu sein; nach P. GRAEBNER (Pflanzenreich Heft 2. (1900) 6) hat es dieselbe Stellung wie bei *Typha*.

Aus Analogie müssen wir (mit SOLEREDER, l. c. S. 389) auch das Staubblattbüschel als Blütenstand auffassen; hier konnte ich aber bisher nähere Hinweise auf die Inflorescenznatur nicht feststellen.

Die Gattungsdiagnose ist jetzt so zu fassen: Blüten dioecisch, in köpfchenartigen, auf seitenständigen Kurztrieben befindlichen endständigen Blütenständen. ♂ Blütenstand sehr kurz gestielt, mit meist nur zwei transversalen kleinen Hochblättern (seltener 4, dann zwei transversal, zwei median), aus zahlreichen freien (15—35) Staubblättern bestehend; Antheren vierfächerig, mit Längsspalten aufspringend, bespitzt; einzelne Blüten nicht erkennbar. ♀ Blütenstand etwas länger gestielt als der ♂, aus 1, 2 oder 3 (bisweilen unvollständigen) Paaren gekreuzt gegenständiger nackter Blüten bestehend, die einander stark genähert sind und scheinbar in einem Kreise stehen; jede Blüte in der Achsel eines kleinen, häutigen meist zerschlitzten oder zweispaltigen Hochblattes, nur aus einem sehr kurz gestielten schmalen Fruchtblatt bestehend, das in einen langen dünnen außen mit Narbenpapillen besetzten Griffel ausgeht und auf seiner nach außen gekehrten Bauchseite die Samenanlagen trägt; diese hängen in 2 Reihen zu je 10—12 dachziegelig übereinander, sind wenig gekrümmt und epitrop, nach unten mit einem kurzen Flügel versehen, haben zwei Integumente. Balgfrucht nach außen aufspringend; Samen geflügelt mit großem Embryo. — Bäume mit meist gegenständigen decussierten gestielten, herzförmigen, gekerbten, kahlen Blättern, mit intrapetiolarem zweispaltigem, häutigem abfälligen Nebenblatt. Vegetative wie reproduktive Knospen mit 3 Niederblättern und 1 Laubblatt in zweizeiliger Anordnung, erstes Niederblatt auf der Achsenseite (adossiertes zweikieliges Vorblatt). Wächst der Vegetationspunkt aus, so entsteht ein aus mehreren Laubblattpaaren bestehender Langtrieb oder ein Blütenstand; stirbt er ab, so bildet sich aus der Achselknospe des ersten Laubblattes ein sympodial gebauter Kurztrieb[1]).

Meinen Kollegen, den Herren Prof. GRAEBNER und DIELS danke ich für Hinweise auf Material und Literatur, Herrn J. POHL für die Ausführung der Abbildungen.

---

[1]) Die Diagnose von MAXIMOWICZ (Melang. biolog. Acad. St. Pétersbourg VIII [1871] 367) enthält mehrere Unrichtigkeiten; das adossierte Vorblatt wird schon von SIEBOLD und ZUCCARINI richtig beschrieben, deren Diagnose überhaupt zu rühmen ist (Abh. bayer. Akad. Wiss. München XIX. [1846] 238).

Erklärung der Tafel V.

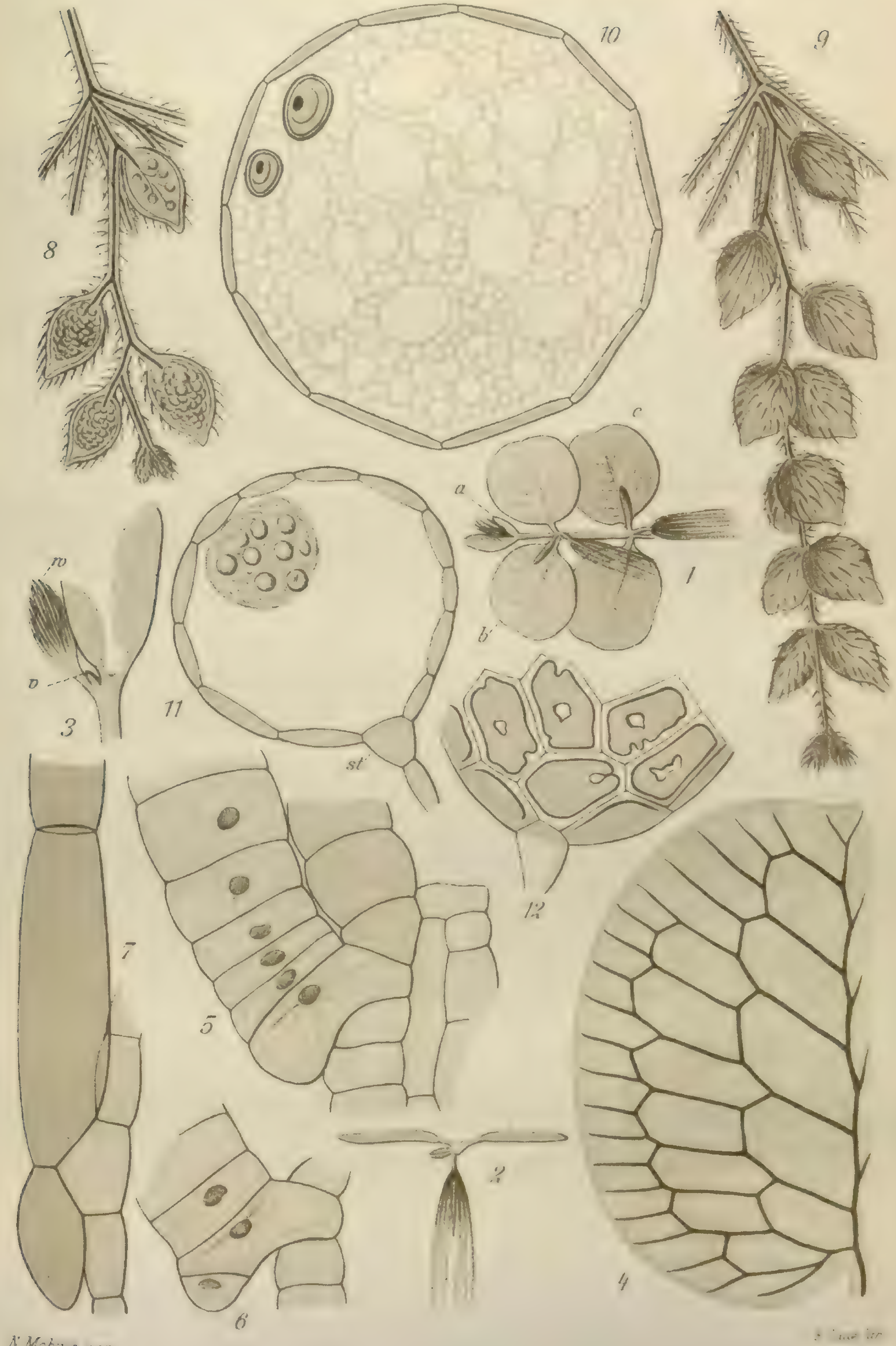
Cercidiphyllum japonicum Sieb. et Zucc.

(Sämtliche Abbildungen sind nach frischem Material gezeichnet).

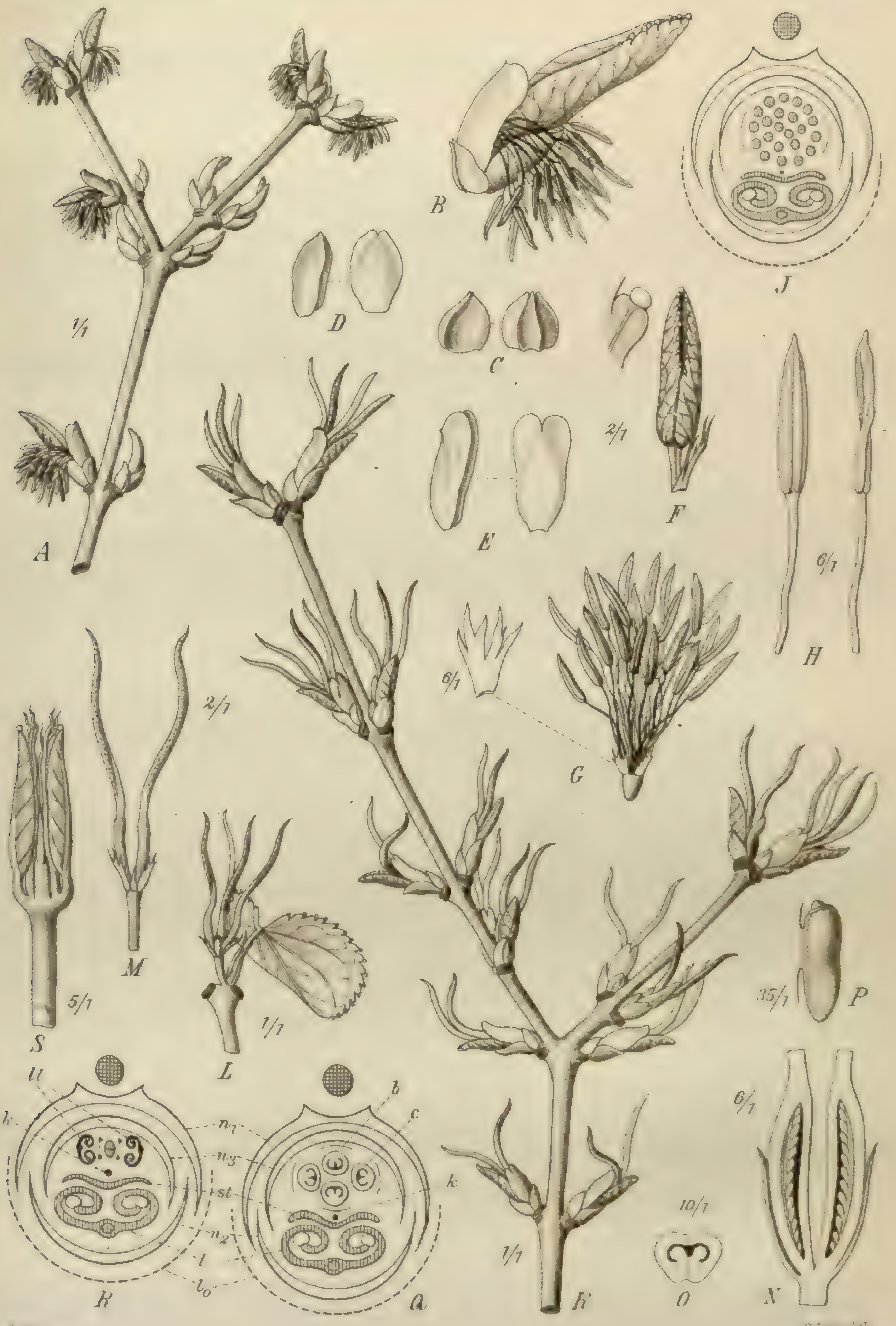
A ♂ Zweig, von einem dreijährigen Zweige gehen zwei zweijährige ab. — B ♂ Kurztrieb. — C, D, E Niederblätter des Kurztriebes, davon C das adossierte Vorblatt. — F junges Laubblatt mit seinem Nebenblatt; daneben eine Blattkerbe mit Sekrettröpfchen. — G ♂ Köpfchen, daneben ein Hochblatt vergrößert. — H Staubblätter. — I Diagramm des ♂ Kurztriebes (die punktierte Linie bedeutet die Narbe des abgefallenen vorjährigen Laubblattes, in dessen Achsel sich die ♂ Inflorescenz mit den ihr vorangehenden drei Niederblättern und einem diesjährigen Laubblatt entwickelt).

K ♀ Zweig, dreijährig mit zweijährigen Gabelzweigen. — L ♀ Blütenstand mit 4 Carpellen (die Niederblätter sind abgefallen). — M ♀ Blütenstand mit 2 Carpellen. — N Längsschnitt durch 2 Carpelle mit ihren Hochblättern. — O Querschnitt durch das Carpell. — P Samenanlage. — Q Diagramm des ♀ Kurztriebs. — R Diagramm einer zum Langtrieb auswachsenden Knospe. — S junger Langtrieb, an seinem Grunde die Knospe zweiten Grades k. — l_0 Narbe des abgefallenen vorjährigen Laubblattes, in dessen Achsel der ♀ Blütenstand bzw. der Langtrieb sich entwickelt hat; n_1, n_2, n_3 die drei Niederblätter der Knospe, l das Laubblatt mit seinem Nebenblatt st; k die junge Axillarknospe in der Achsel von l; b Brakteen der nur aus einem nackten Fruchtblatt c bestehenden ♀ Blüte; ll das erste Laubblattpaar des Langtriebs, dazwischen seine Nebenblätter angedeutet und der Vegetationspunkt.

Photogr. Suchlandt.


10
9
8
c
a
1
b
w
v
3
11
st
12
7
5
2
4
6

M. Möbius gez. E. Laue lith.


1/1
A
B
D
C
J
2/1
F
E
6/1
H
6/1
G
2/1
M
S
5/1
L
1/1
35/1
P
k
u
n1
n3
st
n2
l
l0
b
c
k
R
a
1/1
K
10/1
O
6/1
N

J. Pohl gez. E. Laue lith.

Die

Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft,

die in diesem Sommer in Kiel hätte stattfinden sollen, wird des Krieges wegen wiederum ausfallen.

Der Vorstand.

Sitzung vom 26. Mai 1916.

Vorsitzender: Herr M. O. REINHARDT.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr

Rasch, Dr. **Walter,** Assistent der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin** (durch JOH. BUCHWALD und M. P. NEUMANN).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Linsbauer, Dr. **L.,** Professor in **Klosterneuburg** b. Wien und

Hamorak, Dr. **Nestor** in **Wien.**

Der Vorsitzende verliest folgende Herrn Prof. DINGLER zu seinem 70. Geburtstage vom Vorstand gewidmete Adresse:

Sehr geehrter Herr Professor!

Zum siebzigsten Geburtstag bringt Ihnen die „Deutsche Botanische Gesellschaft“, der Sie bereits mehr als 30 Jahre lang angehören, die besten Glückwünsche dar.

Es ist Ihnen nicht leicht geworden, sich ganz unserer Wissenschaft zu widmen. Erst nach dem Abschluß des medizinischen Studiums war Ihnen die Möglichkeit dazu gegeben. Aber dies praktische Studium hat auch seine guten Folgen gehabt; es hat Sie zunächst in den Orient geführt und Ihnen dort Gelegenheit gegeben, eine neue, reiche und fremdartige Flora kennen zu lernen. Naturgemäß waren nach der Rückkehr in die Heimat die ersten Veröffentlichungen der Bearbeitung Ihrer Ausbeute gewidmet.

Diese systematischen und pflanzengeographischen Arbeiten haben Sie aber nicht völlig befriedigen können, und Sie widmeten sich in München unter der Leitung NÄGELIS entwickelungsgeschichtlichen und morphologischen Studien. Ihre ersten Arbeiten standen nicht nur in der Methode, sondern auch in der Wahl des Themas unter dem Einfluß des Meisters. Sie prüften die Frage des Scheitelwachstums am Gymnospermenstamme, wo am ersten ein vermittelndes Verhalten zu finden sein mußte zwischen dem Wachstum mit Scheitelzelle, wie es so viele Farngewächse zeigen, und dem Wachstum des Angiospermen-Vegetationspunktes. Sie untersuchten die Flachsprosse der Phyllanthus-Arten unter vergleichend morphologischen Gesichtspunkten und klärten mit dem so gewonnenen Tatsachenmaterial nicht nur die Phylogenie der betreffenden Arten auf, sondern suchten auf diesem Wege auch die Phylogenie von Sproß und Blatt der Angiospermen aufzuhellen.

Bald wandten Sie sich aber den Untersuchungen zu, mit denen Ihr Name als der eines Bahnbrechers für immer verbunden bleiben wird, indem Sie ein bis dahin brachliegendes Arbeitsgebiet, die Aufklärung der Funktion der pflanzlichen Flugorgane, in Angriff nahmen. Mit einfachsten Mitteln haben Sie die mechanischen Probleme untersucht und gelöst, die all die mannigfaltigen Typen darboten, vom Staubflieger bis zu der rotierenden Flügelfrucht des Ahorns und dem segelnden Zanonia-Samen.

Der exakten Methode, die sich in diesen Arbeiten zeigt, sind Sie auch treu geblieben, als Sie nach Aschaffenburg an die forstliche Hochschule berufen worden waren. Zeugnis davon legen Ihre eingehenden Untersuchungen über die BRAUNsche Zwangsdrehung ab. Auch dort, wo Sie physiologische Probleme behandelten, die mit der Forstwissenschaft in näherer Beziehung stehen, wie die Fragen nach dem herbstlichen Laubfalle und nach der Periodizität sommergrüner Bäume, haben Sie den Boden der reinen Wissenschaft nicht verlassen.

Als die Aufhebung der Hochschule Sie zu früh Ihrer Lehrtätigkeit entzogen hatte, sind Sie an der Stätte Ihres Wirkens mit regem Eifer für die Förderung botanischer Interessen auch in weiteren Kreisen tätig gewesen. Das Museum für Naturkunde in Aschaffenburg verdankt Ihnen vielseitige Förderung und ebenso haben Sie sich erfolgreich in den Dienst des Naturschutzes gestellt. Gleichzeitig haben Sie sich wieder mehr Ihren systematischen Neigungen widmen können und sich in das Studium der so interessanten und schwierigen Gattung Rosa vertieft.

Der Wunsch, Ihre Lieblinge am natürlichen Standorte zu studieren, hat Sie in den letzten Jahren in bewunderungswürdiger Frische bis auf die Gebirge Siciliens und tief hinein nach Rußland geführt, schließlich noch in den Kaukasus, von wo Sie, vom Beginn des Weltkrieges überrascht, doch noch mit reicher Beute den Heimweg fanden.

Mögen Ihnen noch oftmals die Rosen blühen, ohne daß die Stacheln des Alters Sie auf Ihren weiteren Lebenswegen hemmen.

Dieses wünscht von Herzen die Deutsche Botanische Gesellschaft.

Berlin, den 23. Mai 1916.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft

S. SCHWENDENER. J. REINKE. HANS WINKLER.
R. KOLKWITZ. M. O. REINHARDT. C. CORRENS. P. CLAUSSEN.
L. DIELS. E. BAUR. O. APPEL.

Mitteilungen.

28. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 5.: Über den Nachweis von gelösten Kalkverbindungen mit Soda.

(Mit Tafel VI.)

(Eingegangen am 29. April 1916.)

Die vorzüglichsten Mittel[1]) Kalk in der Pflanze direkt nachzuweisen beruhen bekanntlich auf der Fällung des Kalziums als Sulfat ($CaSO_4 + 2\,H_2O$) oder als Oxalat ($CaC_2O_4 + H_2O$). Auch Ammonkarbonat wurde seinerzeit von SCHIMPER empfohlen, aber dieses Salz gibt in Schnitten keine größeren, wohl ausgebildeten Kristalle, sondern meist nur Kristallsand.

Ich möchte daher auf einen Nachweis gelösten Kalkes aufmerksam machen, der dem Mikrochemiker ausgezeichnete Dienste leistet und der mit einer unserer besten Kalkreaktionen, nämlich der Fällung des Kalkes durch Schwefelsäure mit Erfolg wetteifern kann.

Diese Probe besteht in der Fällung des Kalkes als Kalkkarbonat oder als Kalk-Natronkarbonat (Gaylussit) mit einer konz. wässerigen Lösung von Soda. Ich verwende eine ungefähr 10prozentige bis nahezu gesättigte Lösung von wasserfreiem Natriumkarbonat. Je größer die Konzentration der Lösung desto rascher und reichlicher entstehen die Kristalle. Die Reaktion wird bereits von BEHRENS[1]) erwähnt, sie wurde aber von den Botanikern nicht beachtet und fand in der botanischen Mikrochemie bisher überhaupt keine Verwendung.

---

[1]) MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze, p. 46, Jena 1913. TUNMANN, O., Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913, p. 115.

Wenn man einen Querschnitt durch den Stengel oder Blattstiel z. B. von *Pelargonium zonale* mit zehnprozentiger Sodalösung behandelt, mit einem Deckglas bedeckt, so entstehen im Laufe einer halben Stunde oder später in zahlreichen Parenchymzellen viele farblose, stark lichtbrechende Kristalle von verschiedener Gestalt, die sich, wenn das Präparat 24 Stunden in der feuchten Kammer liegen bleibt, vermehren und bedeutend vergrößern. Die Abb. 1 und 2 zeigen die häufigsten der auftretenden Kristallformen. Gestaltlich stimmen sie mit denen des Gaylussits — Abb. 3 — überein.

DANA gibt in seinem System of Mineralogy (6. edit. p. 302) vom Gaylussit folgende kristallographische Auffassung, die ich mit den Worten BÜTSCHLIs[2]) wiedergebe. „Die Flächen m — siehe Abb. 3 — werden als Prisma ∞ P gedeutet, b′ als das Klinodoma P ∞. p ist bei den größeren natürlichen Krystallen durch zwei Zuschärfungsflächen häufig vertreten; bei der mikroskopischen dagegen ist es gewöhnlich sehr klein und erschien mir daher als eine einzige Abstumpfungsfläche. Doch kann es sich sehr wohl um zwei kleine Pyramidenflächen handeln, die dann der Pyramide $^1/_2$ P entsprächen.“

Ein und dieselbe Zelle kann mehrere, ja 10—20 ziemlich große Kristalle enthalten, die Schnitte erscheinen dann von Kristallen ganz durchsetzt. Auch auf den Zellen und in unmittelbarer Nachbarschaft des Schnittes bilden sich in großer Zahl Kristalle.

Wäscht man die Kristalle mit verdünntem Alkohol (1 Vol. Alkohol u. 1 Vol. Wasser), um die Soda wegzuschaffen und behandelt man mit 10prozentiger Salzsäure, so verschwinden sie rasch unter starkem Aufbrausen, desgleichen bei Anwendung von Salpetersäure und Essigsäure. Bei Einwirkung von verd. Schwefelsäure

---

1) BEHRRNS, H., Anleitung zur mikrochemischen Analyse. 2. Aufl., Hamburg u. Leipzig 1899, p. 71.

2) BÜTSCHLI, O., Untersuchungen über organische Kalkgebilde etc. Abhandlungen d. k. Ges. d. Wissensch. z. Göttingen. Mathem.-naturw. Kl. N. Folge, Bd. VI, Nr. 3, 1908, p. 49. — Vgl. auch BIEDERMANN, W., Physiologie der Stütz- und Skelettsubstanzen. Handb. d. vergl. Physiologie, III. Bd., 1. Hälfte, I. Teil, Jena 1914, p. 850 u. d. flg.

brausen sie und verwandeln sich in einen Haufen von Gipsnadeln. Beim Glühen erhalten sie ein feinkörniges Gefüge und lösen sich in Säuren unter Aufbrausen. Es handelt sich also um ein Kalkkarbonat. Da die mit verd. Alkohol gewaschenen und von Soda völlig befreiten Kristalle mit Uranylazetat reichlich die charakteristischen Natrium-Uranylazetat-Kristalle geben und die mit Soda in den Pflanzengeweben entstehenden Kristalle in ihrer Gestalt mit der des Gaylussits übereinstimmen, so handelt es sich hier nicht um reines Kalkkarbonat, sondern um das Natrium-Kalkdoppelsalz von der Zusammensetzung $Na_2CO_3 \cdot CaCO_3 + 5\,H_2O$, bekannt unter dem Namen Gaylussit.

Der kohlensaure Kalk tritt, wie BÜTSCHLI in seiner zitierten umfassenden Untersuchung gezeigt hat, bei der Behandlung organischer Kalkgebilde z. B. des Flußkrebspanzers auch häufig in Form eines wasserhaltigen Salzes auf, dem die Formel $CaCO_3 + 6\,H_2O$ zukommt. Seine Kristalle sind denen der Gaylussits sehr ähnlich[1]) und gehören gleichfalls dem monoklinen System an.

Daß unter den in Pflanzengeweben mit Soda entstehenden Gaylussitkristallen auch solche des oben besprochenen wasserhaltigen kohlensauren Kalkes vorkommen, wäre möglich.

Ich habe daher, um diese Eventualität zu prüfen, die im Pflanzengewebe nach Behandlung mit Soda resultierenden Kristalle auch kristallographisch untersuchen lassen und zu diesem Zwecke 5 mikroskopische Präparate hergestellt: Schnitte 1. durch den Blattstiel von *Primula obconica*, 2. durch den Blattstiel von *Plectranthus fruticosus*, 3. durch die Blattspreite von *Echeveria glauca*, 4. durch den Stengel von *Kalanchoe sp.* und 5. isolierte Kristalle, gewonnen mit Alkohol und Soda aus dem filtrierten Safte von *Sempervivum tectorum.*

Mein verehrter Herr Kollege, der Mineraloge Hofrat Prof. Dr. FR. BECKE hatte die Freundlichkeit die Kristalle zu prüfen und mir über das Ergebnis seiner Untersuchungen, für die ich ihm zu großem Danke verpflichtet bin, folgendes mitzuteilen.

„Die Kristalle in allen fünf Präparaten stimmen nach den Winkeln, soweit sich solche im Mikroskop bestimmen lassen, und nach ihren optischen Merkmalen mit Gaylussit überein.

Die Ausbildung ist etwas verschieden. Die isolierten Kristalle[2]) aus *Sempervivum* zeigen die Kombination 110·001, Prisma mit der schief aufgesetzten Basis. Man findet öfter Exemplare, welche ziemlich horizontal auf der stumpfen seitlichen Prismenkante aufruhen. An diesen kann man den Winkel der Prismenkante mit der Trace der Basis messen. Er beträgt 101°; nach GROTH chem. Krist. II S. 222 ist dieser Winkel 101° 33′.

---

[1]) BÜTSCHLI, O., l. c., Tafel VI.

[2]) Siehe Abb. 2 i.

Solche Kristalle zeigen zwischen gekreuzten Nikols niedere Interferenzfarben. Die der Prismenkante nächste Auslöschungsrichtung bildet mit ihr einen Winkel von $14^1/_2{}^0 \pm 1^0$ und entspricht der Schwingungsrichtung der langsameren Welle; sie geht durch den spitzen Winkel der Axen c und a.

Konoskopisch sieht man ein deutliches Interferenzbild: Zentral im Gesichtsfeld die Mittellinie α und beide optischen Axen. Aus dem Abstand der Hyperbelscheitel in der Diagonalstellung ergibt sich für 2 V der Wert cca 38° bei Annahme eines mittleren Brechungsexponenten von cca 1·55. In der Normalstellung erkennt man merkliche gedrehte Dispersion. Der Axenbalken ist an der der Vertikalaxe zugewendeten Seite blaßgelblich, auf der anderen Seite blaßbräunlich gesäumt.

Alle diese Erscheinungen stimmen mit den Angaben bei GROTH l. c.: Axenebene $\perp$ q (010) bildet mit der c-Axe 15° für Rot, 13° für Violett im spitzen Winkel β, 1. Mittellinie Axe b, 2 V für Na-Licht 35° 4′.

Kristalle, welche auf der Prismenfläche liegen, zeigen einen etwas weniger von 90° abweichenden Winkel zwischen der Prismenkante und der Kombinationskante der Basis. Die Auslöschungsschiefe γ' liegt im spitzen Winkel dieser Kanten und weicht nur wenige Grade von der Prismenkante ab. Konoskopisch zeigt sich das Axenbild nun seitlich verschoben. Selten sieht man Kristalle auf der Basis liegen. Es zeigt sich spitzrhombischer Umriss, Auslöschung nach den Diagonalen, die Schwingungsrichtung der rascheren Welle entspricht der kurzen Diagonale.

Solche Kristalle, ebenso schräg und mit der scharfen Prismenkante nach oben liegende Kristalle zeigen lebhafte Interferenzfarben (entsprechend der starken Doppelbrechung $\gamma - \alpha = 008$) und stets α in der Querrichtung.

Die Kristalle in den 4 anderen Präparaten sind ohne Zweifel dieselbe Kristallart; sie unterscheiden sich aber dadurch, daß statt der Fläche (001) das Längsprisma (011) neben (110) ausgebildet ist. Die beiden Formen sind manchmal im Gleichgewicht, meist ist aber (110) etwas stärker entwickelt. Bei *Echeveria* habe ich auch einzelne noch (011) Säulchen gesehen.

Sowohl die Winkel der Kanten a und c als die optische Orientierung und das Interferenzbild bei günstig liegenden Kristallen ist übereinstimmend mit Gaylussit.

(Von $CaCO_3 \cdot 6H_2O$ kann ich keine optische Bestimmung finden; BÜTSCHLI gibt leider die optischen Eigenschaften seiner Kristalle nicht an. Die Formen sind denen von Gaylussit sehr ähnlich. Das ist sehr gut möglich. Das Verhältnis würde ähnlich sein wie zwischen Eisenvitriol und den monoklinen Doppelsulfaten:

$$\begin{array}{ll} FeSO_4 \cdot 7H_2O \text{ und} & FeSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 6H_2O \\ CaCO_3 \cdot 6H_2O & CaCO_3 \cdot Na_2CO_3 \ 5H_2O \end{array}$$

Ich glaube aber nicht, daß unter den gegebenen Umständen $CaCO_3$-Hydrat kristallisieren kann. Dieses erfordert Temperaturen nahe 0°.)

Wie BÜTSCHLI[1]) gefunden hat, bilden sich mit Soda die wasserhaltigen Kalkkristalle ($CaCO_3 + 6H_2O$), die dem Gaylussit so ähnlich sind, nur bei niederen Temperaturen nahe bei Null. Es ist daher mit Rücksicht auf die Befunde BECKEs und mit Rücksicht darauf, daß meine Präparate bei gewöhnlicher Zimmertemperatur angefertigt wurden, wohl zweifellos, daß es sich in meinen erwähnten Präparaten nur um Gaylussit handelt und daß Kristalle von der Verbindung $CaCO_3 + 6H_2O$ nicht entstehen. Neben den Gaylussitkristallen bilden sich mit Soda in sehr kalkreichen Geweben z. B. denen der Crassulaceen auch Sphärite von kohlensaurem Kalk. Behandelt man z. B. Schnitte von *Sempervivum tectorum*-Blätter mit einer 10proz. Sodalösung und bedeckt mit einem Deckglas, so entsteht zunächst eine Fällung von amorphem kohlensaurem Kalk, aus dem neben Gaylussitkristallen sich auch Sphärite abscheiden, wenn man das Präparat für einen Tag in die feuchte Kammer legt und so vor Verdunstung schützt.

Besonders schön erhält man diese Kalkosphärite in folgender Weise: Der filtrierte Saft zerriebener *Sempervivum-tectorum*-Blätter wird mit 10proz. Sodalösung im Verhältnis 1 : 2 versetzt. Darauf entsteht sofort ein voluminöser gelblich-weißer Niederschlag von kolloidem kohlensaurem Kalk, der im Laufe eines Tages in Sphärite übergeht. Abb. 4. Diese lassen sich mit Wasser waschen und von überschüssiger Soda völlig befreien. Eine genauere Prüfung ergab, daß sie aus kohlensaurem Kalk bestehen. Die gleichen Sphärite erhält man auf dieselbe Weise auch mit entsprechenden Lösungen von kohlensaurem Kali und kohlensaurem Ammoniak.

Die Sphärite haben verschiedene Größe, zeigen keine oder undeutlich radiäre Struktur und sind häufig zu zweien oder mehreren miteinander verwachsen. Die Zwillingssphärite sind in der Mitte oft eingeschnürt. Abb. 4. In polarisiertem Lichte leuchten sie auf und bei gekreuzten Nikols zeigen sie ein dunkles Kreuz.

---

[1]) BÜTSCHLI, O., l. c. Tafel VI.

Behandelt man die Gaylussitkristalle oder die Sphärite mit einer 5proz. Lösung von Oxalsäure, so lösen sie sich und gleichzeitig entsteht um den verschwindenden Kristall ein nach Art der TRAUBEschen Zelle wachsender Sack von verschiedener Gestalt. Abb. 5. Nebenher entstehen auch zahlreiche Kriställchen, wahrscheinlich von oxalsaurem Kalk[1]).

Legt man anstatt der Schnitte ganze Organe in 10proz. Sodalösung für Tage oder eine Woche ein, so fallen die gelösten Kalkverbindungen gleichfalls als Kalkosphärite heraus, aber gewöhnlich in sehr bedeutender Größe. Diese hauptsächlich in der Epidermis sich ausbildenden Sphärite sind oft so groß, daß man sie schon mit freiem Auge oder mit der Lupe als kleine weiße Pünktchen wahrnimmt. Die größten erreichen einen Durchmesser von etwa 140 μ. Die Oberhaut erscheint damit wie gepflastert. Sie zeigen oft eine strahlig-radiäre Struktur, sind aber häufig nicht kreisrund, sondern am Rande unregelmäßig zackig begrenzt. Wenn mehrere miteinander verwachsen, so erstrecken sie sich auf mehrere Zellen und bilden dann große, knollige Massen. Abb. 6.

Solche große Sphärite, Klumpen oder knollige Anhäufungen von kohlensaurem Kalk, oft vermischt mit großen Einzelkristallen, erhielt ich in der angegebenen Weise auch bei *Echeveria*-, *Crassula*-, *Tradescantia*-Arten und den verschiedensten Kakteen.

Wenn in all diesen Fällen die Oberhaut als Niederschlagsort begünstigt ist und in dieser wieder die Spaltöffnung mit ihrer nächsten Umgebung, so folgt natürlich daraus noch nicht, daß hier der Kalk auch in der intakten Pflanze lokalisiert ist, denn es könnten ja die Kristallisationsbedingungen hier besonders begünstigt sein.

Die Empfindlichkeit der Kalkreaktion mit Soda ist eine sehr große. Sie gelingt mit einem Tröpfchen des Wiener Hochquell-Wasserleitungswassers prompt, wenn man den Tropfen eintrocknen läßt und den Rest der anorganischen Verbindungen mit einem Tröpfchen 10proz. Sodalösung behandelt. Sowie sich das

---

[1]) Um das Wachstum solcher Säcke oder Schläuche unter dem Mikroskope zu demonstrieren, eignet sich, wie ich gefunden habe, besonders essigsaurer Kalk. Bringt man etwas von diesem kristallisierten Salze auf einen Objektträger und fügt einen Tropfen 5proz. Oxalsäure hinzu, so sieht man unmittelbar darauf unterm Mikroskop die Entstehung solcher Schläuche. Es ist interessant zu beobachten, wie der Schlauch, einem braunen Wurme ähnlich, in der Flüssigkeit vordringt, an der Spitze eine feinkörnige Wolke und weiter rückwärts die Schlauch-Membran erzeugend.

Tröpfchen beim Verdampfen etwas konzentriert, erscheinen am Rande die charakteristischen Gaylussitkristalle.

So darf man sich nicht wundern, daß fast alle von mir untersuchten Gewebe der Pflanzen die Kalkreaktion geben, je nach dem Kalkgehalte selbstverständlich in verschiedenem Grade.

Zur Einübung der Reaktion empfehle ich Crassulaceen, Cacteen, Euphorbiaceen, Stengel und Blattstiele von *Boehmeria*, *Pelargonium zonale*, *Primula obconica*, *Plectranthus fruticosus*, *Begonia rex* und andere Pflanzen, besonders solche mit saftreichem Parenchym.

Hervorheben möchte ich, daß auch jene Pflanzen, die als kalkfeindlich bekannt sind, dennoch gelöste Kalkverbindungen enthalten und die Reaktion mit Soda geben, allerdings in viel geringerem Grade als die kalkholden Pflanzen. Zu den kalkfeindlichen gehören z. B. *Sphagnum*-Arten, *Drosera*-Arten und *Dionaea muscipula*. Aber sie alle zeigen, wenn auch in mäßigem, *Sphagnum* nur in minimalem Grade, die Kalkreaktion. Auch sie benötigen den Kalk, doch sind schon geringe Mengen davon ausreichend; wenn er in größeren Konzentrationen, zumal als kohlensaurer Kalk, geboten wird, schadet er, wahrscheinlich infolge seiner alkalischen Reaktion, die die genannten, gewöhnlich in sauer reagierenden Moorböden lebenden Pflanzen nicht vertragen¹).

Aus der Zahl und Größe der bei der Reaktion mit Soda entstehenden Kristalle kann man einen beiläufigen Schluß ziehen auf den Kalkgehalt des Gewebes.

Es wurde bereits bemerkt, daß lösliche Kalkverbindungen auch mit anderen kohlensauren Alkalien niedergeschlagen werden, z. B. mit kohlensaurem Kali und kohlensaurem Ammoniak und daß man aus dem Safte der Crassulaceen sehr schöne Kalkosphärite, bestehend aus kohlensaurem Kalk, erhält. Auch in Gewebeschnitten entstehen mit den erwähnten Salzen Kalkniederschläge, gewöhnlich in Form von Sphäriten und Warzen, aber meist nicht so schön und sicher wie mit Soda, daher empfehle ich für den Kalknachweis in der Pflanze in erster Linie die früher angegebene Sodalösung in sehr konzentrierter Form.

Die Überführung gelöster Kalkverbindungen in Gaylussitkristalle durch Soda gehört nach dem Gesagten zweifellos zu den besten Kalkreaktionen der botanischen Mikrochemie.

---

1) MOLISCH, H., Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Jena 1916, p. 6—7.

Erklärung der Tafel VI.

Abb. 1. Kristalle von Gaylussit, aus dem Blattstiel-Parenchym von *Primula obconica* erhalten mit Soda. Vgr. 250.

Abb. 2. Kristalle von Gaylussit aus *Sempervivum-tectorum*-Saft, erhalten mit Soda. i monoklines Prisma mit schief aufgesetzter Basis. Vgr. 350.

Abb. 3. Gaylussitkristalle, kopiert nach Bütschli.

Abb. 4. Sphärite (Globulite) von kohlensaurem Kalk, gewonnen aus einem Tröpfchen *Sempervivum tectorum*-Saft mit Soda. Vgr. 350.

Abb. 5. Oben Gaylussitkristalle mit 5proz. Oxalsäurelösung behandelt. Die Kristalle lösen sich und umgeben sich mit einer nach Art der Traubeschen Zelle wachsenden Haut. Daneben entstehen Kriställchen von oxalsaurem Kalk. — Unten Sphärite von kohlensaurem Kalk, dasselbe zeigend. Vgr. 380.

Abb. 6. Oberhaut von *Sempervivum tectorum* mit Sphäriten und Globuliten von kohlensaurem Kalk, entstanden nach längerem Liegen der Blätter in 10proz. Soda. Vgr. 200.

29. Fr. Bubák. Systematische Untersuchungen einiger Farne bewohnenden Pilze.

(Mit Doppeltafel VII u. VIII.)

(Eingegangen am 17. Mai 1916.)

In letzter Zeit habe ich teils selbst einige Farn-Pilze gesammelt, teils wurden mir solche von verschiedenen Mykologen zugeschickt. Die Bestimmung vieler derselben bot mir große Schwierigkeiten dar, so daß ich auf die Originale zurückgehen mußte. Trotz der momentan schlechten Verbindung mit fremden Ländern, gelang es mir doch durch die Liebenswürdigkeit vieler Freunde das nötige Material zu bekommen.

Ich bin zu großem Danke besonders den Direktionen des botanischen Museums in Berlin-Dahlem und der botanischen Abteilung des k. k. naturhist. Hofmuseums in Wien verpflichtet, da sie mir ihr ganzes Material von Farn-Pilzen zur Untersuchung geliehen haben.

Weiterhin spreche ich meinen herzlichsten Dank diesen Herren und Freunden aus: Prof. Dr. E. FISCHER in Bern, Lehrer O. JAAP in Hamburg, Prof. Dr. O. JUEL in Upsala, Dir. J. E. KABÁT in Turnau, Kustos Dr. K. von KEISSLER in Wien, Prof. Dr. G. LINDAU in Dahlem, Prof. Dr. C. MASSALONGO in Ferrara, Medizinalrat

Dr. H. REHM in München, Prof. Dr. P. A. SACCARDO in Padova, Redakteur d. Annal. mycol. H. SYDOW in Berlin, Prof. P. F. THEISSEN S. J. in Feldkirch, Direktor Dr. A. ZAHLBRUCKNER in Wien.

Zu besonderem Danke bin ich aber der k. k. Verwaltungskommission für das Königreich Böhmen in Prag für die Verleihung einer Unterstützung zur Ausgabe der beigefügten Tafeln verbunden.

Ich wollte mich in der vorliegenden Abhandlung anfangs nur auf die Farn-Leptostromaceen beschränken, denn in dieser Gruppe, was ich anfangs nur geahnt habe, während der Untersuchungen mich aber davon überzeugte, herrscht eine unglaubliche Verwirrung. Später mußte ich die Arbeit auch auf andere Fungi imperfecti erweitern und unmöglich war es, auch die *Monographus*- und *Gloniella*-Arten und andere Ascomycetes außer acht zu lassen.

Den eigentlichen Anstoß zur Bearbeitung der Farn-Pilze gaben zwei Pilze, und zwar einer, den ich im hiesigen botanischen Garten auf vertrockneten *Struthiopteris*-Wedelstielen gefunden habe und dann ein Pilz von Wedeln der *Pteris aquilina*, den J. JAHN bei Konradsgrün nächst Eger sammelte und welcher mir von Herrn Dr. F. PETRAK in Wien zur Bestimmung überschickt wurde.

I. Teil.

Fungi imperfecti.

Die *Leptostromella*-Arten auf *Pteris*.

(Tafel VII, Abb. 1—7.)

Der letztgenannte Pilz von Konradsgrün ist mit *Leptostromella aquilina* C. Mass. identisch und ebenfalls mit *Leptostromella pteridina* Sacc. et Roum. Davon habe ich mich an den Originalen beider Autoren überzeugt.

Er ist aber keine Leptostromacee, denn er besitzt ein äußerlich zwar Leptostromaceen-ähnliches Fruchtgehäuse, die mikroskopischen Detaile zeigen aber etwas ganz Anderes.

Die Pyknide entsteht in den Sklerenchymschichten, ist anfangs stromatisch und besteht innen aus gelblichen außen gebräunten Zellen, die fast reguläre, vertikale Reihen bilden. Wenn sich die Pykniden-Anlage vergrößert, werden die inneren Zellen hyalin und in der Mitte dieses hyalinen Gewebes entsteht ein kleiner Riß, in welchem die peripherischen Zellen die Sporen ausbilden. Der Riß verbreitet sich dann allmählich horizontal in allen Richtungen, so daß ein niedriger, verschiedenartig verbogener und allseitig sporifizierender Raum entsteht.

Der Pilz kommt auf den Wedelstielen und seltener auch auf den Fiederblättchen vor. An den Fiederblättchen ist er nur subepidermal und hier bilden sich oft Doppelpykniden, eine oben, die andere unten; sie berühren sich dicht oder fließen fast zusammen. Einmal fand ich beide um 90° gedreht, also rechtwinklig zur Blättchenfläche gestellt (Tafel VII, Abb. 7). Die Pykniden öffnen sich an den Stielen mit einem Längsspalt, welcher auch auf der Epidermis entsteht oder aber trennt sich die Epidermis ringsum ab und der obere, fest anheftende Pyknidenteil fällt samt derselben weg. Die Öffnungsweise der Pykniden auf den Blättchen konnte ich auf dem vorliegenden Materiale nicht konstatieren, sie wird aber wohl dieselbe sein wie auf den Wedelstielen.

Das fast sklerenchymatische Gewebe der Pykniden bleibt nach der Sporenbildung allseitig in ansehnlicher Dicke erhalten (Tafel VII, Abb. 2, 4). Es ist innen gelbbraun, an der Peripherie mehr oder weniger dunkler gebräunt. Später, wenn die Sporen schon verschwunden sind, schrumpft es besonders an den Stielen stark zusammen.

Die sporentragenden Zellen nehmen eine schmalflaschenförmige Form an und sind hyalin, mit großen Oeltropfen versehen. Die Sporen sind fadenförmig, mit kleinen Oeltropfen, gerade, gebogen oder gewunden, anfangs kontinuierlich, später aber (auch auf den Originalen von MASSALONGO) 3—6 zellig.

Aus dieser Beschreibung und aus den Abbildungen ist ersichtlich, daß der besprochene Pilz keine Leptostromacee ist, sondern daß er zu den Sphaerioideen, in die Nähe von *Phomopsis* gestellt werden muß.

Ich nenne ihn ***Sphaeriostromella*** Bubák n. g. und beschreibe ihn folgendermaßen:

Pycnidia plana, lenticularia usque striiformia, coriacea, immersa vel subepidermica, aut longitudinaliter rimose dehiscentia, aut dimidio superiore secedentia, contextu crasso, subsclerenchymatico. Sporulae filiformes, septatae, hyalinae. Sporophora anguste lageniformia, hyalina.

Sphaeriostromella pteridina (Sacc. et Roum.) Bubák n. nom. (Syn. *Leptostromella pteridina* Sacc. et Roum. in Michelia II, pg. 353 [1881]; *Leptostromella aquilina* C. Massalongo in Nuovo Giorn. Bot. It. Vol. XXI, fasc. II, p. 165 et in Contr. Mic. Veron. pg. 99; Tab. III, Abb. 17 [1889].

Pycnidiis dispersis vel gregariis, planis, rotundatis vel oblongis, subepidermicis, 180—270 μ in diam., in petiolis oblongis vel striiformibus, immersis, $^1/_2$—1 mm longis, 180—250 μ latis, saepe longitudinaliter confluentibus, nigris, opacis, non erumpentibus, parietibus crassis, contextu subsclerenchymatico, intus flavido, extus brunneo, aut longitudinaliter rimose apertis, aut dimidio superiore unacum epidermide adhaerente secedentibus.

Sporulis filiformibus, 30—85 μ longis, 1—1·5 μ latis, rectis, curvatis vel flexuosis, hyalinis, primo continuis, dein 1—5 (rarius 6—7) septatis, pluriguttulatis. Sporophoris anguste lageniformibus, 10—18 μ longis, basi 2—3·5 μ latis, hyalinis, guttulatis.

In stipitibus, rarius in fronde *Pteridis aquilinae* in Algeria (Trabut), originalia Leptostromellae pteridinae Sacc. et Roum.! — Italia: Barbara prope Tregnano (loc. class. Leptostromellae aquilinae C. MASSALONGO)! Collines de l'Olmatello, environs de Fayence (MAGNAGUTI, in herb. berolin.)! — Serbia: Ad vicum Pinossava prope Beograd (RANOJEVIĆ! — Tirolia: In silvis ad Seis 3000 m (HAUSMANN)! in herb. berolin. von fremder Hand — nicht HAUSMANNS — als *Leptostroma litigiosum* Desm. benannt. — Germania: Berka a. d. Ilm in Thuringia (DIEDICKE in Syd. Myc. germ. 1269)! Bohemia: Groß Skal (KABÁT)! Konradsgrün ad Sandau (J. JAHN)!

Auf dem Materiale von KABÁT fand ich unter typischen Pykniden auch solche, die halbiert waren. Diese Ausnahme ändert an der Zugehörigkeit des Pilzes zu den Sphaerioideen gar nichts.

Sphaeriostromella pteridina (Sacc. et Roum.) Bubák ist die Konidienform zu *Monographus Aspidiorum* Fuckel, welcher nur auf *Pteris aquilina* vorkommt. Siehe darüber weiter hinten bei den *Monographus*-Arten.

Endlich bemerke ich hier noch ausdrücklich, daß der besprochene Pilz mit *Phomopsis Fischeri Eduardi* n. sp. gar nichts zu tun hat, denn er bildet auf dem mir so zahlreich vorliegendem Materiale nie Sporen einer anderen Form.

Sphaeriothyrium filicinum Bubák n. gen., n. sp.

(Tafel VII, Abb. 8—13.)

Seit drei Jahren finde ich im botanischen Garten der königl. landwirtschaftlichen Akademie in Tábor im Alnetum auf toten Blattstielen von *Struthiopteris germanica* und auf *Osmunda regalis* einen interessanten Pilz, welcher makroskopisch ebenfalls den Eindruck einer *Leptostroma*-Art macht. Die mikroskopischen Schnitte verraten aber sofort, daß eine Sphaerioidee vorliegt, denn das Hymenium bedeckt die ganze Innenfläche der wohl ausgebildeten, also nicht halbierten Pykniden.

Die Sporen bilden sich vom Zentrum aus auf den Zellen des inneren Gewebes, welches allmählich verschwindet und die letzten Sporen entstehen auf den hellgelblichen Schichten, die sich dicht den schwarzverfärbten innerlich anschmiegen. Die Sporenträger fehlen also gänzlich. Zuletzt sind die Pykniden mit massenhaften, hyalinen Sporen gestopft.

Die Ausbildungsweise der Sporen erinnert an die Gattung *Sclerophoma*, mit welcher, wie auch mit *Phomopsis*, sie nächst verwandt ist. Ich nenne die Gattung ***Sphaeriothyrium*** und beschreibe den Pilz auf diese Weise:

Sphaeriothyrium Bubák n. g.

Pycnidia oblonga vel striiformia, epidermide longitudinaliter hysteriforme scissa, tecta, nigra, supra sphaerica, basi applanata, astoma, ex centro ubique histolytice sporificantia. Sporulae globosae vel oblongae, hyalinae, continuae. Sporophora nulla.

Sphaeriothyrium filicinum Bubák n. sp.

Pycnidiis oblongis vel striiformibus, epidermide postea hysteriforme scissa tectis, demum erumpentibus, dispersis vel gregariis, saepe seriatis et ad strias longas confluentibus, supra sphaericis, basi applanatis, usque 1·5 mm longis, 100—200 μ latis, nigris, opacis, contextu pseudoparenchymatico, extus atro, basi tenuiore, intus flavido, ex centro histolytice ubique fructificantibus.

Sporulis ovoideis, ellipsoideis vel oblongis, 4—7 μ longis, 2—2·5 μ latis, rectis vel parum curvulis, utrinque rotundatis, uniguttulatis vel eguttulatis, hyalinis.

Bohemia: Tábor, in horto botanico in petiolis emortuis *Struthiopteridis germanicae* et *Osmundae regalis*, Martio, ipse legi.

Von *Sclerophoma* ist sie durch die nicht harten, sklerotialen Pykniden, wie auch durch ihre Form und winzige, anders geformte Sporen verschieden.

Leptostroma praecastrense C. Mass.

Originalexemplare liegen mir vor. Der Pilz ist durch die fast kugligen bis eiförmigen Sporen ausgezeichnet. C. MASSALONGO beschreibt ihn von toten Stielen von *Pteris aquilina* in Atti R. Istit. Venet., Tom. LIX (1900), P. II, p. 686, wiederholt seine Diagnose in Novitates Flor. myc. Veron. (1902), pg. 48 und bildet ihn daselbst auf Tafel VII, Abb. 21 ab.

Mir liegen außerdem noch diese Exsikkate vor: Italia, Collechio, April, (PASSERINI) aus dem Berliner Herbar als *Leptostroma filicinum* Fr. — Serbia: Avala, Mai (RANOJEVIC). — Thuringia, Mai (DIEDICKE). Da er von MASSALONGO schon im Februar gesammelt wurde, so fällt seine Entwicklung in die Monate Februar bis Mai, im Süden früher, im Norden später.

Die Fruchtgehäuse sind schmal, linienförmig, $^1/_3$—1 mm lang, 150—200 μ breit, schwarz, matt und entstehen im Sklerenchym, so daß sie also außer der Epidermis noch von 1—2 Sklerenchymschichten bedeckt sind. Ihr Gewebe ist überall fast gleichmäßig verdickt, pseudoparenchymatisch, gelbbraun oder hellgelbbraun, nur am Scheitel, wo sie die Epidermis mittels eines Längsspaltes zersprengen, ist es schwarzbraun und dicker.

Die Pykniden sporifizieren an der ganzen Innenfläche, sodaß der Pilz keine Leptostromacee, sondern eine Sphaerioidee ist. Seine Entwicklung ist ganz analog mit der Entwicklung des vorangehenden Pilzes, sodaß er eine zweite Art der neuen Gattung *Sphaeriothyrium* darstellt. Es muß deshalb den Namen ***Sphaeriothyrium praecastrense*** (C. Mass.) Bubák führen. Die Diagnose:

Pycnidiis linearibus, epidermide et 1—2 stratis sclerenchymaticis, hysteriforme scissis tectis, plerumque seriatis, rarius dispersis, $^1/_3$—1 mm longis, confluendo saepe longioribus, 150—200 μ latis, basi planiusculis, supra sphaericis, nigris, opacis, contextu pseudoparenchymatico, flavobrunneo vel flavido, supra praecipue apice parum erumpente atrofusco, ex centro histolytice fructificantibus.

Sporulis myriadeis, ovatoglobosis vel oblongiusculis, 3—4 μ in diam. vel longis, 2—3 μ latis, continuis, irregulariter 1—2 guttulatis, hyalinis, initio muco conglobatis.

Auf dem Material von DIEDICKE sind die Pykniden subepidermal, auf dem Originale, wie auch den übrigen, mir vorliegenden Exsikkaten im Sklerenchym eingesenkt. Außerdem ist mein Material von dem genannten Sammler steril, sodaß ich nicht sicher sagen kann, ob der Pilz hierher wirklich gehört oder nicht.

Phomopsis Fischeri Eduardi Bubák n. sp.

(Tafel VIII, Abb. 1—3.)

Herr OTTO JAAP sandte mir von Castelnuovo in Dalmatien zwei Kapseln mit Pilzen von *Pteris aquilina* unter Nr. 17 und 18. Die erste enthielt außer dem weiter zu besprechenden *Camarosporium Stephensii* (Berk. et Br.) Sacc. auch einen Pilz, den der Sammler für *Leptostroma aquilinum* C. Mass. bestimmte. Nr. 18 sollte außer diesem noch *Leptostromella aquilina* C. Mass. tragen. Schon JAAP selbst machte zu dieser Bestimmung ein Fragezeichen, denn er fand die Sporen nur 25—35 μ lang.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte aber, daß beide Pilze eine und dieselbe Spezies darstellen, die also zweierlei Sporen bildet, kurze, längliche und lange, fadenförmige und daß derselbe keine Leptostromacee, sondern eine Sphaerioidee, eine *Phomopsis,* ist.

Der dalmatinische Pilz ist von dem MASSALONGOschen (*Leptostroma aquilinum*) generisch verschieden, wie ich mich an den Originalen, die mir durch die Vermittlung des Herrn Kollegen Prof. Dr. E. FISCHER in Bern aus der Hand des Autors verschafft wurden, überzeugen konnte.

Ich widme die schöne *Phomopsis* dem genannten Kollegen und nenne sie ***Phomopsis Fischeri Eduardi*** Bubák n. sp.

Pycnidiis dispersis vel gregariis, saepe seriatis, immersis, epidermide et 1—2 stratis sclerenchymaticis tectis, oblongis vel striiformibus, $^1/_2$—3 mm longis, 150—180 μ latis, longitudinaliter vel rarius transverse confluentibus, basi planis vel centro intus elevatis, supra sphaericis, contextu extus fusco, basi intusque fuscoluteo, pseudoparenchymatico.

Sporulis aut oblongo-cylindricis, 6—8 μ longis, 1·5—2·5 μ latis, utrinque rotundato-attenuatis, rectis, hyalinis, continuis, guttullis oleosis duobus magnis instructis, ideo quasi uniseptatis, aut filiformibus, 25—38 μ longis, 1 μ latis, hyalinis, continuis, curvatis vel flexuosis, basi latioribus, sursum sensim sensimque attenuatis. Sporophoris fruticosis, lageniformibus, 8—15 μ longis, sursum sensim attenuatis, basi 2—3 latis.

Placothyrium athyrinum Bubák n. g., n. sp.

(Tafel VIII, Abb. 4—7.)

In JAAP, Fungi selecti exsiccati Nr. 416 befindet sich außer anderen Pilzen noch ein Pilz (wenigstens in meinem Exemplar), über welchen ich hier referieren will.

Er bildet auf den abgestorbenen Wedelstielen von *Athyrium filix femina* sehr schmale, strichförmige, schwarze Fruchtgehäuse, die $^1/_1$—$^1/_2$ mm lang und bis 130 μ breit sind. Sie entstehen subepidermal, oft sind aber die Epidermiszellen unten geborsten und sehen wie halbiert aus. Auf den Querschnitten sieht man sofort, daß ein stromatischer Pilz vorliegt.

Die Stromata sind anfangs gänzlich aus schwarzbraunem, palisadenförmigem Gewebe gebildet, erst später differenziert sich der Fruchtraum, so daß nur die Decke und Basis des Stromas, wie auch die Kammerwände dunkel gefärbt bleiben und aus mehr oder weniger deutlich palisadenförmigem Gewebe bestehen.

An den Querschnitten sieht man, daß die Stromata an der Basis schwach abgerundet und hier außen etwas gelappt sind;

durch 1—3 Längswände sind sie in 2—4 Kammern geteilt und außerdem findet man hie und da noch niedrige, rudimentäre Wände als Ausstülpungen aus der Stromabasis.

Da aber die Längswände die Stromata nicht ganz durchlaufen. sondern mit anderen zusammenfließen, so bekommt man auch Schnitte, welche nur 1 oder 2 Kammern zeigen.

Besonders an den mit der Oberfläche der Nährpflanze parallelen Schnitten sieht man die Art der Kammerung sehr gut (Siehe Taf. VIII Abb. 6).

Die Längsschnitte durch die Stromata zeigen eine flache Basis und gewöhnlich nur 1—2 Säulen (Taf. VIII, Abb. 5), welche den kurzen Querwänden entsprechen.

Das Deckgewebe ist schwarz, seine Struktur fast undeutlich und außerdem sehr spröde, so daß in den Schnitten oft viele Splitter der brüchigen Decke zu finden sind.

Das Basalgewebe ist nur an sehr dünnen Schnitten wahrnehmbar und besteht aus schwarzbraunen, parenchymatischen Zellen. Ebenso das Gewebe der Wände; nur die kurzen Querwände sind öfters aus hellerem, gelbbraunem Gewebe zusammengefügt.

Aus der Basalschicht erheben sich die hyalinen, unten oft noch schwach olivenschwarzen Sporenträger, die auch an den Wänden ziemlich hoch aufsteigen. Sie sind 10—15 μ lang, 2 μ dick und tragen am Scheitel je eine fadenförmige, 28—50 μ lange, 0,75 μ dicke, einzellige, hyaline Konidie.

Die Stromata öffnen sich durch einen zarten Längsriß in der Epidermis.

Ich halte den Pilz für eine stromatische Sphaerioidee aus der Verwandschaft der *Cytosporina*, von welcher Gattung er aber durch die Form, Teilung und Öffnungsweise der Stromata abweicht. Die Diagnose:

Placothyrium Bubák n. gen.

Stromata subepidermica, striiformia, nigra, parietibus longitudinalibus et transversalibus irregulariter loculata. Sporulae filiformes, hyalinae, continuae. Sporophora lageniformia, hyalina.

Placothyrium athyrinum Bubák n. sp.

Stromatibus striiformibus, subepidermicis, dispersis vel gregariis, $^1/_4$—$^1/_2$ mm longis, usque 130 μ latis, contextu atrofusco, palisadiforme-parenchymatico, longitudinaliter et transverse irregulariter loculatis. Conidiophoris lageniformibus, 10—15 μ longis, 2 μ latis, hyalinis, continuis.

Sporulis filiformibus, 28—50 μ longis, 0·75 μ latis, curvatis vel rarius rectis, hyalinis, continuis.

Marchia: Triglitz in der Prignitz ad stipites emortuos *Athyrii filicis feminae*, 20. Maio 1910 leg. O. JAAP (Fungi exs. Nr. 416 p.p).

Ascochyta Pteridis Bresadola.

Ein ziemlich seltener Pilz! BRESÀDOLA beschrieb ihn in Hedwigia 1894, pg. 208. Ich sah ihn von diesen Standorten: Böhmen: Tábor! (in KABÁT et BUBÁK, Fung. imperf. exs. 58), Groß-Skal (KABÁT)! — Sachsen: Königstein a. E. (KRIEGER)! Schandau (MAGNUS)! und besonders oft in der sächs. Schweiz (siehe KRIEGER, Fung. sax. 988, 989, 989 b und RABH.-PAZSCHKE, Fung. eur. et extraeur. 4180).

Der Pilz bildet beiderseits sichtbare, rostfarbige Flecke auf den Fiederchen, oft sind einzelne Wedelpartien gänzlich gebräunt und vertrocknet. Die Fruchtgehäuse stehen in lockeren Herden blattoberseits. Sie sind entweder im Mesophyll eingesenkt und von der Epidermis bedeckt, die sie dann konisch aufheben oder nur subepidermal angelegt, so daß sie die Epidermis pustelförmig auftreiben und mit derselben eng verbunden sind. Die Sporen bilden sich sukzessive an dem inneren Gewebe ohne Sporenträger. Die Sporen sind 15—21 μ lang, 3 –5·5 μ dick, hyalin, an den Enden abgerundet, zweizellig, äußerst selten dreizellig.

Phleospora callistea Sydow und ***Septoria pteridicola*** Bubák et Kabát.

Die Diagnose des ersten Pilzes wurde in Annal. mycol. 1909, p. 439 veröffentlicht. In Mycotheca germ. 785 wurde von H. SYDOW *Sphaerella callistea* Syd. auf *Osmunda regalis* verteilt, und hier befindet sich auch die *Phleospora*.

Dieser Pilz ist mit *Septoria pteridicola* Bubák et Kabát im Ber. d. naturw.-med. Ver. Innsbruck, XXX, p. 12, Sep. ganz analog, aber von derselben durch die kürzeren und dickeren Sporen konstant verschieden.

Bei *Septoria pteridicola* B. et K. sind die Sporen bis 35 (38) μ lang, gewöhnlich 2·5—3·5 μ (seltener bis 4 μ) dick.

Die SYDOWsche Spezies hat höchstens 30 μ lange, gewöhnlich 3—5·5 μ (selten 6 μ) dicke Sporen.

Bei beiden Pilzen sind die Pseudopykniden anfangs von dünnzelligem, fast hyalinem Gewebe gefüllt und die Sporen bilden sich an den Zellen des zurücktretenden Gewebes sukzessive, wie bei *Ascochyta Pteridis* Bres., so daß es endlich, bis auf einen sehr dünnen Beleg an dem Gewebe der Nährpflanze, verschwindet.

Am Scheitel ist dieses Gewebe dunkel gefärbt. Sporenträger sind also gar nicht entwickelt. Die Pykniden entstehen im Mesophyll.

Die Pilze sind keine *Phleospora*-, keine *Septoria*-Arten, sondern sie gehören in die Verwandtschaft von *Ascochyta* und haben auch sehr viele kleine, *Ascochyta*-artige Sporen. Da aber auch sehr zahlreiche 2—3mal septierte Sporen vorkommen, so kann man sie in die Gattung *Staganosporopsis* einreihen, die ebenfalls pseudopyknidial ist.

Allerdings muß man dann die Gattungsdiagnose von Diedicke in Annal. mycol. 1912, p. 142, dadurch erweitern, daß die Sporen „2—4zellig" sind.

Die hier besprochenen Pilze müssen also heißen:

1. **Staganosporopsis callistea** (Sydow) Bubák (*Phleospora callistea* Syd.)
2. **Staganosporopsis pteridicola** Bubák et Kabát (*Septoria pteridicola* Bubák et Kabát).

Septoria aquilina Passerini.

Diese Spezies wurde in Erb. critt. ital. Ser. II, Nr. 817 aufgestellt. Mir liegt sie vor aus Thümens, Mycoth. univ. 1395 und Rabh.-Wint., Fungi eur. 2788, von Passerini ausgegeben.

Habituell ist der Pilz *Septogloeum septorioides* Pass. sehr ähnlich, aber mikroskopisch gänzlich verschieden. Besonders die langen (bis 75 μ) Sporen, welche einerseits zugespitzt, anderseits abgerundet sind, charakterisieren sie sehr gut. Ebenfalls ist sie von *Septoria pteridicola* Bubák et Kabát verschieden. (Siehe diese Art.)

Der Pilz kommt auch in Sachsen (Krieger, Fung. sax. 1363)! und in der Mark Brandenburg (Mariensprung b. Cladow, leg. P. Sydow)! vor.

Placodiplodia Copelandi Bubák n. g., n. sp.

Von † Dr. H. Rehm wurde mir ein Pilz auf *Cyathea* sp., der von E. B. Copeland auf Mont Banahao, Philippine Islands im Mai 1914 unter Nr. 3545 gesammelt wurde, mitgeteilt. Derselbe bedeckt in weitläufigen, dichten Herden abgestorbene Wedelstiele.

Die Stromata sind strichförmig, schwarzglänzend, $^1/_4$—$^1/_2$ mm lang, 150 - 200 μ breit, oft der Länge nach oder quer zusammenfließend. Sie entstehen in den Epidermiszellen, so daß sie von der halbierten Epidermis bedeckt sind. Im Innern sind sie durch unregelmäßige Längs- und Querwände gekammert. Die Kammern sind an der Basis flach, oben sphaerisch und allseitig fruktifizierend. Die Kammerwände bestehen aus palisadenförmigen Zellen von hellbrauner oder dunkelbrauner Farbe.

Die Sporen werden direkt an den Zellen des inneren Gewebes ohne Sporenträger gebildet und sind zylindrisch; braun, zweizellig.

Der Pilz ist also eine stromatische, phaeodidyme Sphaerioidee. Die wissenschaftliche Diagnose ist diese:

Placodiplodia Bubák n. g.

Stroma striiforme, dimidio superiore epidermidis tectum, nigrum, intus fuscum, parietibus irregularibus longitudinaliter transverseque loculatum. Loculi ubique fructificantes. Sporulae cylindricae, brunneae, uniseptatae. Sporophora nulla.

Placodiplodia Copelandi Bubák n. sp.

Stromatibus densiusculis, striiformibus, nigris, nitidis, dimidio superiore epidermidis tectis, $^1/_4$—$^1/_2$ mm longis, 150—200 μ latis, longitudinaliter et transverse saepe confluentibus, parietibus irregularibus, e contextu palisadiforme efformatis, longitudinaliter et transverse loculatis. Loculis basi planis, supra sphaericis, longitudinaliter protractis.

Sporulis cylindraceis vel oblongis, rectis, utrinque rotundatis, 12—15 μ longis, 4 μ latis, medio uniseptatis, non vel parum constrictis, brunneis, 2—4 guttulatis, Sporophoris nullis.

Hendersonia Stephensii Berk. et Br.

Die Autoren beschrieben den Pilz von *Pteris aquilina* in Ann. and Mag. Nat. Hist. 2. Ser. VII, 1851, Nr. 502. Da er mauerförmig geteilte Sporen besitzt, reihte ihn SACCARDO, in Syll. Fung. III, p. 469 in die Gattung *Camarosporium* ein.

Ich fand diesen Pilz in Herbarmaterialien zweimal, und zwar in der Sendung von JAAP an mich, Nr. 17 (p. p.) von Castelnuovo in Dalmatien (Mai 1914) und in D. SACCARDO, Mycotheca italica Nr. 975 von Montello (Treviso), gesammelt im August 1901 als „*Leptostroma filicinum* Fr.“ (More solito nondum evolutum).

Die Fruchtgehäuse sind linsenförmig und stehen entweder einzeln oder zu 2—3 in einer Längsreihe, eingesenkt, von 1—2 Sklerenchymschichten, wie auch von der Epidermis bedeckt. Die Pykniden heben die deckenden Schichten empor, und diese bersten in einer Längslinie, so daß ein hysterienartiger, schwarz umsäumter Riß entsteht.

Viele Querschnitte, besonders die aus den Enden, zeigen nur einen leeren Raum, da man die Pykniden, welche in der Mitte stehen, nicht trifft. Nur die aus der Mitte rührenden Querschnitte besitzen den Pilz. Man sieht dann eine Pyknide, welche mehr oder weniger abgeflacht ist und allseitig fruktifiziert. An den Längsschnitten bemerkt man dann deutlich, daß die Pyknide oder

2—3 solche in der Mitte der Pusteln liegen, so daß sich vorne und hinten nur ein freier Raum befindet, der von einem hyalinen, lockeren Myzel gefüllt ist.

Die Pykniden sind unecht. An den Querschnitten sind es nur dünne parenchymatische Belege und nur am Scheitel ist dickeres, hellbraunes, nach außen dunkler bis schwarz verfärbtes Gewebe entwickelt. An den Längsschnitten dort, wo die Pseudopykniden an den Flanken freiliegen, ist das Gewebe dicker, außen hellbraun verfärbt, unten undeutlich, hyalin bis gelblich und oben sind die oft halbierten Sklerenchymzellen im Innern schwarz verfärbt und nur am Scheitel wird das Gewebe bei der Sporenreife dicker, schwarz und sprengt die Deckschichten hysterienartig. Präpariert man die Pseudopykniden ganz heraus, so sind sie nur oben schwarz gefärbt, an der Basis und an den Seiten gewöhnlich weiß und hängen hier mit dem weichen Myzel zusammen.

Die Sporen bilden sich ringsum auf kurzen, dicken Trägern und zwischen diesen stehen zahlreiche, dünne, hyaline, paraphysenartige (auswachsende Sporenträger?) Fäden. Die Stiele sind kräftig, kurz, bis 10 μ lang, 10 μ dick, hyalin, einzellig.

Die Sporen sind sehr variabel: eiförmig, ellipsoidisch, birnförmig bis länglich, 38—52 μ lang, 20—25 μ breit, beiderseits abgerundet oder gegen den Stiel verjüngt, mit 3—5 vollen Querwänden versehen, zwischen welchen sich noch mehrere, teils längs-, teils schief-, teil auch quer-liegende, dann aber nie ganze Wände entwickeln. Diese inkompletten Wände sind also verschiedenartig mit den Hauptquerwänden, wie auch untereinander, verbunden. Die Sporenmembranen sind dick, gelbbraun, der Inhalt zeigt viele große Öltropfen, so daß die Sporen den Eindruck jener von *Steganosporium*-Arten machen.

Der unechten Pykniden wegen kann der Pilz bei *Camarosporium* nicht stehen, und ich halte ihn für den Repräsentanten einer neuen Gattung, die ich ***Camarographium*** Bubák n. g. nenne. Ihre Diagnose:

Pseudopycnidia applanata, singula vel seriata, in sclerenchymate immersa, mycelio hyalino lateribus ornata, hysteriforme erumpentia. Sporulae clathrato-muricatae, ovoideae usque oblongae, crasse tunicatae, leves; conidiophora crassa, hyalina, paraphysibus filiformibus intermixta.

Camarographium Stephensii Bubák nov. nom. (Syn. *Hendersonii Stephensii* Berk. et Br. — *Camarosporium Stephensii* Sacc.

Pseudopycnidiis oblongo-lenticularibus, immersis, stratis 1—2 sclerenchymatis et epidermide tectis, his primo elevantibus, demum longitudinaliter hysteriforme scissis, solum apice erumpentibus, basi incompletis, lateribus indistincte pseudoparenchymaticis, parum coloratis, extus mycelio albido ornatis, apice distinctius parenchymaticis, nigrificatis.

Sporulis ovoideis, ellipsoideis, pyriformibus usque oblongis, 38—52 μ longis, 20—25 μ latis, transverse 3—5 septatis, praeterea clathrato-muricatis, crasse tunicatis, olivaceobrunneis, levibus. Sporophoris crassissimis, usque 10 μ longis et latis, paraphysibus hyalinis, creberrimis, filiformibus, pedicella valde superantibus intermixtis.

Habitat in Britannia, Dalmatia et Italia ad stipites emortuos *Pteridis aquilinae.*

Leptostroma myriospermum C. Massalongo.

(Tafel VIII, Abb. 8.)

Diesen Pilz beschreibt der Autor in Atti R. Ist. Venet. Tom. 59 (1900), P. II, p. 685 und wiederholt die Beschreibung in Novitates Florae mycol. Veron. (1902), pg. 48, wo er auf Tafel VII, Fig. 20 denselben auch abbildet.

Die Beschreibung, wie auch die Abbildungen weichen aber von meinen Beobachtungen an dem Original, welches ich durch die Vermittlung des Herrn Koll. Prof. Dr. E. FISCHER in Bern erhalten habe, gänzlich ab.

Die Pykniden werden in den Epidermiszellen angelegt, indem das Myzel in dieselben eindringt und sie mit gekröseartigen, schwarzbraunen Hyphen knäuelartig füllt. Die Hyphen heben die Außenwände der Epidermiszellen kontinuierlich empor, so daß die Pyknidenanlage wie auch die entwickelte Pyknide von den zusammenhängenden Außenwänden bedeckt sind, während an dem Nährsubstrat die offenen Zellenreste bleiben und in diesen nur hie und da die Myzelreste; gewöhnlich verschwindet dieses Gewebe gänzlich, bis auf die säulenartigen Hyphen, von welchen ich weiter unten sprechen werde. Die Pykniden fruktifizieren an der dem Substrate gegenüberliegenden inneren Fläche und sind also invers.

Ihr Gewebe, von oben gesehen und mit Kalilauge präpariert, zeigt eine schwarzbraune, mäandrisch geschlängelte Hyphenstruktur, an den Rändern ist es kurz fibrillös. An den Quer- oder Längsschnitten ist das Gewebe unterhalb der Epidermiszellenwand schwarz, von undeutlicher Struktur; darunter liegt eine schwarzgelbliche Zellenschicht, aus welcher die Sporenträger entstehen und am Scheitel die Sporen bilden.

Der Pyknidenraum ist mit senkrechtstehenden Hyphen, die von dem Hymenium bis zu der Nährpflsnze aufgespannt sind, reichlich durchsetzt. Sie fungieren gewiß als Stützsäulen und halten die Hymeniumschicht von dem Gewebe der Nährpflanze entfernt.

Die Beschreibung der Konidienträger und der Konidien ist bei MASSALONGO korrekt.

Der Pilz gehört also zu den Pycnothyrieen, er weicht aber von den verwandten zwei Gattungen *Pycnothyrium* und *Thyriostroma* ab. Die Unterschiede von *Pycnothyrium* bestehen hauptsächlich in der Form und Struktur der Pykniden, die sich auch nicht in der Mitte öffnen und von da aus zur Peripherie strahlig zerreißen, sondern sich stückweise oder ganz ablösen.

Die zweite verwandte Gattung ist *Thyriostroma* Diedicke. Die eine hierher gerechnete Art — *Th. Pteridis* Ehrb. — ist, wie ich weiter unten zeigen werde, sehr fraglich. Die zweite Spezies ist *Th. Spiraeae* (Fr.) Died. Ich besitze diesen Pilz von VESTERGREN, Microm. rar. sel. 537 (*Leptostroma Spiraeae* Fr.) Ich konnte an diesem Material, welches mit der habituellen Beschreibung DIEDICKEs (Pilzfl. Brandenb. VII, pg. 732), wie auch in den Sporen sich vollkommen deckt, keine inversen Pykniden finden, sondern ich sah deutlich, daß sie an dem, der Nährpflanze anhaftendem Pyknidengewebe, an kurzen hyalinen Zellen gebildet werden und daß sie an der Deckschicht nur anhaften.

Ich halte die Gattung *Thyriostroma* Died., welche also nur auf *Th. Pteridis* Died. basieren kann, für äußerst problematisch.

Der Pilz von MASSALONGO ist eine echte Pycnothyriee, die sich durch die plectenchymatische Struktur der Pykniden, ihren fibrillösen Rand, deutliche Sporenträger und die säulenartigen Hyphen auszeichnet.

Ich nenne ihn ***Columnothyrium*** Bubák n. g.

Pycnidia dimidiata, inversa, contextu plectenchymatico, ambitu fibrillosa, astoma, intus hyphis columelliformibus instructa. Sporophora anguste-lageniformia, recta, continua, hyalina. Sporulae ovoideae vel oblongae, hyalinae, continuae.

Die Art muß heißen: ***Columnothyrium myriospermum*** (Mass.) Bubák.

Was ist Leptostroma Pteridis Ehrenberg?

(Tafel VIII, Abb. 9, 10.)

Diesen Pilz beschrieb im J. 1818 EHRENBERG in Sylvae mycologicae berolinenses, pg. 27 nur nach seinem habituellen Aussehen, ohne mikroskopische Detaile: „maculae minutae oblongae variae nigerrimae nitidae confluentes subtumidae". SACCARDO in Syll. fung. III, pg. 645 und ALLESCHER in RABH. WINTER, Kryptofl. Deutschl. VII, pg. 360 wiederholen nur seine Diagnose. DIEDICKE, Kryptpfl. Brand, Pilze 141, pg. 732 beschreibt als *Thyriostroma Pteridis* (Ehrenberg) Diedicke einen Pilz, der von JAAP und HENNINGS in der Mark Brandenburg gefunden wurde, ohne früher das Original EHRENBERGs zu untersuchen und festzustellen, was der Autor unter diesem Namen verstanden hat.

Das Original von EHRENBERG wurde mir aus dem Berliner Museum zur Untersuchung geschickt. Wie war ich aber überrascht als ich gefunden habe, daß der Pilz keine Pycnothyriacee ist, sondern ein typisches *Leptostroma.* Nachträglich fand ich auch, daß ganz korrekt den Pilz C. MASSALONGO aufgefaßt hat, welcher ihn in Novitates Florae mycol. Veronensis pg. 48 beschreibt und auf Taf. 14, Fig. 19 schematisch zeichnet. Beide Pilze, das Original, wie der italienische sind identisch. Nur finde ich die Sporenträger etwas kürzer als MASSALONGO.

Ich bin auch in der Lage den HENNINGSschen Pilz von Rheinsberg, auf welchem das *Thyriostroma* von DIEDICKE teilweise basiert, untersuchen zu können. Er befindet sich in dem Berliner Materiale. Der Sammler bestimmte seinen Pilz als *Leptostroma Pteridis* Ehrb. und zeichnete an dem Rande der Kapsel mit einigen Federstrichen auch die Sporen. Derselbe ist völlig identisch mit den Originalen von EHRENBERG. Ich konnte, trotz aller Mühe, in dem Materiale keinen solchen Pilz, wie ihn DIEDICKE l. c. beschreibt, finden. DIEDICKE zitiert zu seiner Art auch ein Exsikkat von JAAP aus Triglitz in der Prignitz, welches ich auch untersuchen konnte. Ich fand aber, daß es auch nichts Anderes ist als *Leptostroma Pteridis* Ehrb.

Ich werde vorerst den EHRENBERGschen Pilz näher beschreiben. Er bildet auf den Wedelstielen und Wedelrippen kleine, längliche, $^1/_2$—1 mm lange, 100—200 μ breite, flache, glänzendschwarze, an der Oberfläche undeutlich granulierte Pykniden, die oft der Länge nach oder quer in kleinere Komplexe zusammenfließen. Sie entwickeln sich subkutikular und bestehen unten aus sehr dünnem, hyalinem, parenchymatischem, einschichtigem Gewebe, oben sind sie mit einer wellenförmig verbogenen, schwarzen Deckschicht versehen.

An den Querschnitten ist die Struktur dieser Decke undeutlich, weil sie dunkelgefärbt ist. Betrachtet man sie aber von oben, so sieht man, daß sie aus kleinen, dunkelkastanienbraunen, rundlichen

Zellen gebildet ist. Gewöhnlich ist die Deckschicht 4—5 mal dicker als die Basalschicht.

Oft fließen die Pykniden, wie schon gesagt wurde, zu kleinen Komplexen zusammen und dann ist das basale Gewebe viel dicker als die Decke. Dies habe ich besonders schön auf dem Materiale von JAAP gesehen.

Aus der basalen Schicht erheben sich die hyalinen Sporenträger, welche 6—8 μ lang, 2 μ dick und nach oben sich verschmälern. Am Scheitel bilden sie dann die schwach sichelförmigen, hyalinen, einzelligen Konidien, welche die Länge von 4—6 μ, und eine Breite von 1—1,5 μ erlangen. Sie sind ungleichseitig, beiderseits zugespitzt. — Das ist also *Leptostroma Pteridis* Ehrb.!

Dieser Pilz wurde oft, wie ich mich in verschiedenen Exsikkaten überzeugen konnte, für *Leptothyrium litigiosum* Desm. bestimmt. Beide Pilze sind aber total verschieden, denn *Pycnothyrium litigiosum* (Desm.) Diedicke, wie der Pilz jetzt heißt, hat schildförmige, inverse, strahlenförmig gebaute, braune Pykniden, und die Sporen sind bei ihm bakterienförmig, gerade, an den Enden abgerundet und daselbst mit je 1, wenig deutlichem Oeltropfen versehen. Die Seitenlinien der Sporen verlaufen also immer parallel, während bei *Leptostroma Pteridis* Ehrb. eine Seite immer schwach bogenförmig ist, die andere geradlinig oder nach innen schwach bogenförmig gekrümmt.

Die Diagnose:

Pycnidiis oblongis, planissimis, nigris, nitidis, superficie indistincte granulosis, gregariis, saepe longitudinaliter et transverse ad plagulas parvulas confluentibus, $^1/_2$—1 mm longis, 100—200 μ latis, subcuticularibus, contextu basi tenuissimo, unistratoso, parenchymatico, supra membrana crassa, undulata, atrofusca, parenchymatica tectis, longitudinaliter vel irregulariter disrumpentibus, demum totis secedentibus.

Sporulis fusoideofalcatis, 4—6 μ longis, 1—1,5 μ latis, utrinque acutatis, hyalinis, continuis.

Sporophoris lageniformibus, 6—8 μ longis, 1,5—2 μ latis, hyalinis, continuis.

Die Verbreitung des Pilzes scheint nach den mir vorliegenden alten und neuen Exsikkaten in Europa eine sehr weite zu sein.

In stipitibus nervisque *Pteridis aquilinae*, rarissime etiam in fronde:

Italia: Monte Mario pr. Romam (Bagnis in THÜMEN, Myc. univ. 779 mit *Pycnothyrium litigiosum*)! Monte Precastio pr. Tregnago (C. MASS.)! — Dalmatia: Castelnuovo (JAAP)! — Bohemia: Tábor!

Gross Skal (KABÁT)! Herrnskretschen (THÜMEN, Fung. austr. 1163 mit *Pycnothyrium litigiosum*)! Karlsbad (REUSS, etiam in fronde)! — Bavaria: Schliersee (WINTER)! — Saxonia: Königstein a./E. (KRIEGER)! Oederau (WINTER)! Hardt (PAZSCHKE)! Ponickau b. Großenhain (AUERSWALD)! — Marchia: Rheinsberg (HENNINGS)! Bei Cöpenick (SYDOW in Myc. germ. 626 p. p.)! Hermsdorf (MAGNUS)! Berlin (EHRENBERG)! Jungfernheide b. Berlin (SYDOW, Myc. march. 1994 p. p.)! Triglitz in d. Prignitz (JAAP)! — Hamburg: Wohlsdorf (JAAP, Fung. sel. 416/b. p. p.)! — Belgia: Limoges (LAMY)! Namur (BELLYNCK)! — Gallia: Sentis, Oise (SARRAZIN in Roumeg. Fung. gall. exs. 2985)! Ambert, Puy de Dôme (BREVIÈRE)! — Britannia: Dareuth Wood (C. COOKE, Fung. brit. 335)! — Rossia: Smolensk (JACZEWSKI)!

Leptostroma filicinum Fries.

Der Autor beschreibt den Pilz zuerst in Observationes mycologicae, Pars I, Havniae 1815, pg. 197, Nr. 273: „elongatum nigrum, difforme, disco laeviusculo tenui. In stipitibus *Osmundae regalis* etc.“

Eine etwas erweiterte Diagnose gibt er in Systema mycol. II, Lundae 1823, pg. 599: „elongatum, difforme, laeve, nigrum, adultum costa elevata insignitum, demumque totum secedens.“ Als Synonyme führt er hierher: *Schizoderma filicinum* Ehrb., Sylvae mycolog. berolin. 1818, pg. 15 und *Hypoderma striaeforme* DC. Fl. Fr. 6, pg. 166. Exsikkate zitiert er diese: FRIES, Sclerom. suec. sel. Nr. 65, Moug. et Nestler Nr. 476. Als Nährpflanzen führt er an: Stipites *Pteridis aquilinae*, *Osmundae regalis* et *Aspidiorum*.

Im Elenchus fungorum II, pg. 150 gibt er an, daß *Leptostroma Pteridis* Ehrh. von *Leptostroma filicinum* Fr. „differe videtur. Rite fructificans non vidi.“ Wie ich schon bei Besprechung dieses EHRENBERGschen Pilzes bewiesen habe, ist er eine gute, selbständige Art. *Schizoderma filicinum* Ehrb., welches auf *Aspidium filix femina* vorkommen soll, ist wahrscheinlich die weiter zu besprechende *Scirrhia Aspidiorum* (Libert.) Bubák. Da er von EHRENBERG l. c. nicht beschrieben wird, so spielt er in der Nomenklatur keine Rolle.

Im Berliner Herbar befindet sich *Leptostroma filicinum* Fries. vom Autor selbst dreimal:

I. Das EHRENBERGsche Exemplar, wahrscheinlich von KUNZE geschickt. An der Scheda steht unten „misit Kz“ und oben „*Schizoderma filicinum* mihi“ (id est EHRENBERG), darunter „*Leptostroma filicinum* Fries“. An der Kapsel selbst, wahrscheinlich von KUNZE geschrieben: „*Leptostroma filicinum* Fries. Suecia. Missum ab ipso“.

II. Aus dem Herbar von LINK mit folgender Aufschrift: „Nr. 65. *Leptostroma filicinum.*“ Ganz bestimmt ein Exemplar aus FRIES, Scleromyc. suec. exs., Nr. 65.

III. *Leptostroma filicinum* Fries, ebenfalls aus dem LINKschen Herbar, leider ist die Kapsel leer.

Außerdem schickte mir Herr Kollege JUEL 3 Exemplare von *Leptostroma filicinum* Fries und zwar

IV. Aus dem Herbar E. FRIES auf *Osmunda regalis.*

V. Aus FRIES, Sclerom. suec. exs. Nr. 65 (mit JUELs Bemerkung „wohl auf *Osmunda*“.

VI. Aus FRIES Herbar mit derselben Etiquette wie in Sclerom. Nr. 65 (mit JUELs Bemerkung: „Die Wirtspflanze ist wohl hier eine andere Art“).

Ich werde mich bei Besprechung der Exsikkaten der Ziffern I bis VI bedienen. Nr. III fällt also total weg.

Nr. VI enthält *Pteris aquilina* mit 2 Pilzen. Der eine hat braune, rundliche, radial gebaute, halbierte, noch sterile Gehäuse und ist unreifes *Microthyrium litigiosum* Sacc. Der zweite mit den länglichen, schwarzen, glänzenden, zusammenfließenden Pykniden ist *Leptostroma Pteridis* Ehrb.

Nr. V. Das Substrat ist stark verwittert. Hier befindet sich ein Pilz, welcher auf die FRIESsche Beschreibung aus Systema mycologicum l. c. vortrefflich paßt.

Nr. IV und II. Substrat gut erhalten, frisch. Der Pilz paßt ebenfalls sehr gut zu der Diagnose.

Nr. I enthält zwei verschiedene Pilze: 1. Die FRIESsche Spezies. 2. *Leptostroma Juncacearum* Sacc. auf *Luzula (pilosa?)* — Halmen.

Ich glaube, daß die Beimischung des zweiten Pilzes kaum auf Rechnung des Autors (FRIES) aufzuschreiben ist, sondern daß es sich um eine spätere Beimischung handelt.

Es liegen mir also 4 Exemplare des FRIESschen *Leptostroma filicinum* vor und zwar in den Exsikkaten Nr. I, II, IV und V.

Alle diese 4 Originale zeigen aber, daß *Leptostroma filicinum* Fr. **keine Leptostromacee ist, sondern ein Askomyzet.**

Leptostroma filicinum Fries als Leptostromacee existiert also überhaupt nicht. Was ich unter diesem Namen im Berliner Herbar in den Exsikkaten gefunden habe, ist:

1. Nr. 53 irgendeiner Exsikkatensammlung: *Pteris*, Kretschm. = *Rhopographus Pteridis* (Sow.) Wint.
2. Ponikau b. Großenhain, leg. AUERSWALD: a) *Pteris* = *Leptostroma Pteridis* Ehrb. — b) *Osmunda* = *Leptostroma osmundicolum* Bubák et Sydow.

3. E. MARCHAL, Crypt. belg.: *Osmunda* = a) *Leptostroma osmundicolum* Bubák et Sydow. – b) *Scirrhophragma regalis* Theiss. et Syd.
4. COOKE, Fungi britan. Nr. 334: *Osmunda*, Pilz veraltet = wahrscheinlich die FRIESsche Spezies.
5. C. C. = ? C. COOKE?: *Osmunda* = *Leptostromella filicina* (B. et C.) Sacc.
6. Smolensk, Rossia, leg. JACZEWSKI: *Pteris* = *Leptostroma Pteridis* Ehrb.
7. ROUMEGNÈRE: Fungi sel. gallici exs. 479: *Osmunda* = veraltet; wohl die FRIESsche Art.
8. Idem: Fungi gallici exs. 3589: *Osmunda* = *Scirrhophragma regalis* Theiss. et Syd. steril, veraltet.
9. Collechio in Italia, leg. PASSERINI: *Pteris* = *Sphaeriothyrium praecastrense* (C. Mass.) Bubák.

Weiterhin noch einige Exsikkaten ohne Standort und ohne Angabe des Sammlers, nur *Pteris* mit *Leptostroma Pteridis* Ehrb., *Pycnothyrium litigiosum* (Desm.) Died. und *Microthyrium litigiosum* Sacc. Ueber den Askomyzeten — *Leptostroma filicinum* Fries — werde ich im II. Abschnitte berichten.

Über ***Thyriostroma Pteridis*** Diedicke.

Aus dem, was ich über *Leptostroma Pteridis* Ehrb. in vorangehender Kapitel gesagt habe, ergibt sich, daß der oben genannte Pilz, ein von der EHRENBERG'schen Art ganz verschiedenes Gebilde sein muß. Auf dem Material von HENNINGS und JAAP, von welchem ihn der Autor beschreibt, habe ich ihn nicht gefunden, zweifle aber selbstverständlich nicht, daß DIEDICKE ihn daselbst gefunden hat.

Ich fand ihn aber auf anderen Exsikkaten im Berliner Herbar. und zwar auf dem Cotypus der EHRENBERG'schen Spezies und auf einem Materiale von Heidelberg 1826 aus dem Herbar. von BRAUN.

Wie ich bei *Leptostroma Pteridis* Ehrb. bemerkt habe, befindet sich das Original dieser Spezies im Herbar. des Berliner botanischen Museums in Dahlem und liegt in einer kleineren Kapsel.

Als Cotypus dazu fasse ich das Material, welches ebenfalls von EHRENBERG stammt, aber außer *Leptostroma Pteridis* Ehrb. noch andere Pilze enthält. An der Kapsel, die aus grünlichblauem, dickem Handpapier hergestellt ist und 15 × 10 cm mißt, befindet sich oben die Aufschrift von EHRENBERG „*Leptostroma Pteridis* mihi“, unten: „ in caulibus *Pteridis aquilinae*“ und durch fremde Hand ist „ex herb. EHRENBERG“ beigefügt. Das meiste Material in der Kapsel trägt nur den EHRENBERG'schen Pilz. Auf einzelnen Splittern fand ich noch *Rhopographus Pteridis* (2 Stückchen), *Pycnothyrium* und *Microthyrium litigiosum* (14 Splitter) wie auch das fragliche *Thyriostroma* (3 Stückchen).

Das Heidelberger Material ist nebst anderen Exsikkaten auf einem Halbbogen aufgespannt und besteht aus 8 langen, bis auf einen Stück der Länge nach halbierten *Pteris*-Wedelstielen. Hier befindet sich außer *Pycnothyrium litigiosum* wieder das *Thyriostroma*.

Zu der DIEDICKE'schen Beschreibung des Pilzes kann ich nichts Neues beifügen. Die Fruchtgehäuse entwickeln sich unter der Kutikula. Die Konidienträger (?) sind ziemlich lang, bis 13 μ, stehen dicht palisadenförmig neben einander und sind an der deckenden Schicht befestigt. Die vermutlichen Sporen sind kuglige, unregelmäßige, hyaline Gebilde, mit stark geschrumpftem Inhalt und befinden sich zwischen der Sporenträgerschicht und den Epidermiszellen der Nährpflanze. Oft finde ich sie in kurzen Ketten zu 2—3 verbunden. Sie sind nicht exakt kuglig, sondern eckigkuglig oder oblong, 2—3,5 μ im Durchmesser.

Ob es wirklich Sporen sind, kann ich auf dem, in beiden Fällen schon fast ein Jahrhundert altem Materiale nicht entscheiden. Dazu muß frisches Material zugezogen werden. Es scheint mir aber, daß der Pilz wahrscheinlich ein unreifer, mit *Leptostroma Pteridis* Ehrb. genetisch verbundener Askomyzet ist, bei welchem sich die Zellen des Basalgewebes loslösen und die Scheitel der unreifen Asken mit dem Deckgewebe noch fest verbunden sind. Wie aus meinen Ausführungen bei *Leptostroma Pteridis* Ehrb. hervorgeht, muß *Thyriostroma Pteridis* nur DIEDICKE allein als Autor führen.

Pycnothyrium litigiosum (Desm.) Diedicke und ***Leptothyrium Osmundae*** Bubák n. sp.

(Tafel VIII, Abb. 11—13 und 14).

Als Synonyma zu *Pycnothyrium litigiosum* (Desm.) Diedicke gehören *Leptostroma litigiosum* Desm. und *Leptothyrium litigiosum* (Desm.) Sacc. Einer der häufigsten Pilze auf toten Wedelstielen und Wedelrippen von *Pteris aquilina*! Er ist die Pyknidenform zu *Microthyrium litigiosum* Sacc. Nach DIEDICKE, Kryptogamenflora d. Mark Brandenb., Pilze VII, pg. 731 soll hierher auch der Pilz von *Osmunda regalis* gehören, den P. SYDOW in Mycotheca marchica Nr. 2199 als *Leptostroma litigiosum* Desm. ausgegeben hat. DIEDICKE l. c. gibt die Sporen bei *Pycnothyrium litigiosum* als „würstchenförmig" an. Man versteht unter diesem Ausdrucke immer „würstchenförmig gekrümmt". So finde ich sie weder bei *Pteris* noch bei *Osmunda*, sondern auf der ersten Nährpflanze sind sie stäbchenförmig, bei der zweiten schmal-spindelförmig. Ich vermute, daß DIEDICKE in seinem Materiale außer *Pycnothyrium* noch *Leptostroma Pteridis* Ehrb. hatte, welches „würstchenförmige“ Sporen besitzt (Siehe diesen Pilz). Da auch noch andere Unterschiede zwischen dem *Pteris*- und *Osmunda*-Pilze zu finden sind, so halte ich beide für gänzlich verschieden.

Da *Microthyrium litigiosum* auch auf *Aspidium*- und *Athyrium*-Arten angegeben wird und ausgegeben wurde, so könnte man daraus schließen, daß auch die Pyknidenform auf diesen Nährpflanzen vorkommt. Dazu bemerke ich, daß ich auf dem reichlich mir vorliegendem Materiale nie ein *Pycnothyrium* oder ein strahlenförmig gebautes *Leptothyrium* oder *Leptostroma* gefunden habe. Ich werde auch weiter bei den Askomyzeten beweisen, daß *Microthyrium litigiosum* Sacc., ebenfalls wie *Pycnothyrium litigiosum*, nur auf *Pteris* vorkommt und daß die zu *Microthyrium litigiosum* von *Aspidium* und *Athyrium* eine selbständige Spezies darstellen.

Aus diesen Ausführungen geht also klar hervor, daß *Pycnothyrium litigiosum* (Desm.) Died. nur auf *Pteris aquilina* wächst.

Es kommt selten für sich allein in den Exsikkaten vor, fast immer ist es mit anderen Pilzen, so z. B. mit seiner Askomyzetenform, mit *Leptostroma Pteridis* Ehrb., *Rhopographus Pteridis* (Sow.) Wihl. und einmal, im Heidelberger Materiale mit *Thyriostroma Pteridis* Died. vergesellschaftet.

Pycnothyrium litigiosum kann mit keiner anderen *Pteridis*-Leptostromacee verwechselt werden, denn keine hat strahlenförmig gebaute Pykniden. Nur mit seiner Askomyzetenform könnte man sich irren. Mikroskopisch ist bei entwickelten Pilzen jeder Irrtum ausgeschlossen. In den meisten Exsikkaten von *Pycnothyrium litigiosum* kommt gewöhnlich nur *Microthyrium litigiosum* vor und zwar entweder zu jung oder zu alt. Die Form der Fruchtgehäuse ist bei beiden Pilzen dieselbe, bei dem Askomyzeten sind sie aber schwarzbraun und vielmals größer als bei der Pyknidenform, welche weit kleinere und hellbraune Fruchtgehäuse besitzt. Man kann also das *Pycnothyrium*, wenn es nicht rein vorkommt, zwischen den grösseren Thyriothecien als viel kleinere, heller gefärbte Pünktchen finden.

Ich bemerke hier, daß es mir nicht gelungen ist, solche Schnitte auf dem schon älteren Materiale zu erzielen, die mich von der Inversität der Pykniden auf *Pteris* überzeugt hätten.

Der oben erwähnte Pilz von *Osmunda regalis* ist sicher kein

Pycnothyrium, sondern ein *Leptothyrium*, welches ich ***Leptothyrium Osmundae*** Bubák n. sp. nenne.

Schon habituell weicht er von dem *Pteris*-Pilze, mit welchem er von DIEDICKE konfudiert wurde, gänzlich ab. Die Pykniden sind auch rundlich, sehr oft aber länglich, jung braun, reif schwarzbraun bis schwarz und fließen gewöhnlich fast krustenartig zusammen. Sie sind auch mehr gewölbt als bei *Pycnothyrium litigiosum*, was nicht nur mit der Lupe, sondern besonders an den mikroskopischen Schnitten zu sehen ist.

Das Pyknidengewebe ist wie bei dem *Pteris*-Pilze strahlenförmig. Die rundlichen Pykniden sind 60—100 μ breit, die länglichen bis 120 μ lang, 60 μ breit.

Der Hauptunterschied liegt aber in der Fruchtschicht, die bei *Leptothyrium Osmundae* n. sp. nicht invers ist, sondern sich an der dem Schilde gegenüber liegenden Fläche befindet. Sie besteht aus einer einzigen, sehr dünnen Reihe von olivenbräunlichen oder hyalinen, parenchymatischen Zellen, auf welcher die konischen, sehr dünnwandigen, ziemlich breiten Konidienträger stehen.

Die Sporen weichen, wie schon oben gesagt wurde, ebenfalls von jenen des *Pteris*-Pilzes ab, denn sie sind nicht stäbchenförmig, sondern spindelförmig. Bei *Pycnothyrium litigiosum* sind sie 7—9 μ lang, 1·25—1·75 μ breit, bei *Leptothyrium Osmundae* 6—7 μ lang, 1·25—1·5 μ breit.

Die Diagnose von ***Leptothyrium Osmundae***, Bubák n. sp.:

Pycnidiis superficialibus, convexiusculis, rotundatis vel plerumque oblongiusculis, dense gregariis, confluendo subcrustaceis, fuscobrunneis vel atris, nitidulis, 60—100 μ in diam. vel usque 120 μ longis, 60 μ latis, contextu supra eximie radiato, fuscobrunneo, basi hyalino vel olivaceo, unistratoso, tenuissimo, radiatim e centro disrumpentibus.

Sporulis fusoideis, 6—7 μ longis, 1.25—1.5 μ latis, utrinque attenuatis, hyalinis, continuis. Sporophoris conicis, tenuissime tunicatis, hyalinis.

Germania: Mariensprung bei Cladow in stipitibus *Osmundae regalis*, Julio 1888, leg. P. SYDOW (in Mycoth. march. 2199).

Leptothyrium Blechni Oud.

Eine gute und seltene Pilzart, welche von OUDEMANS in d. Beiheft. z. Bot. Centralblatt 1902, p. 10 veröffentlicht wurde und bisher nur aus Holland bekannt war. Herr Dir. J. E. KABÁT fand es auch in Böhmen in der Umgegend von Turnau, ebenfalls auf *Blechnum spicant* im Juli 1910.

Zu des Autors Beschreibung füge ich noch folgendes bei: Die halbierten Pykniden sind stets epiphyll, seltener kommen sie auf der Oberseite der Nerven vor und sind nicht scharf gerandet, sehr verschieden groß. Sie sind schwarz, matt und werden in den Epidermiszellen angelegt, so daß sie später zwar von der Epidermis bedeckt sind, aber die Zellen derselben sind unten geborsten, ja oft fehlen auch die senkrechten Wände.

Die Sporen sind bakterienförmig, gerade, 3—4 μ lang, 0·5 μ dick, hyalin, beiderseits abgerundet, daselbst mit je einem undeutlichen Öltropfen. Sporenträger sind schmal konisch, so lang oder wenig länger als die Sporen, hyalin.

Das Deckgewebe der Pykniden ist dünn, undeutlich parenchymatisch, schwarzgrau, gar nicht radial, wie der Autor falsch — „obsolete radiato-contextis" — sagt. Das Basalgewebe ebenfalls dünn, unten rußbraun, oben die hyalinen Sporenträger führend

Leptostroma affine Bubák n. sp.

(Tafel VIII, Abb. 15, 16.)

In SYDOWs Fungi exotici exsiccati Nr. 90 hat J. DEARNESS die *Leptostromella filicina* (B. et C.) Sacc. verteilt. Fast an allen in der Kapsel liegenden Stückchen der Wedelstiele befindet sich in meinem Exemplar, wie auch in jenem aus dem Berliner Museum noch eine zweite Leptostromacee, die mit *Leptostroma Pteridis* Ehrb. ziemlich nahe verwandt ist, aber durch die Form der Pykniden, besonders aber durch mikroskopische Detaile von derselben gänzlich abweicht.

Seine fast glanzlosen, subkutikularen, rundlichen oder länglichen, schwach gewölbten Pykniden erreichen nie die Größe des EHRENBERGschen Pilzes, sondern sind höchstens $^1/_4$ mm lang; auch die Breite ist viel geringer, nur 80—130 μ. Sie sind zerstreut oder stehen herdenweise und fließen oft längs oder quer in kleinere Komplexe zusammen. Ihre Farbe ist anfangs schokoladenbraun, später, besonders bei den zusammengeflossenen Lagern, wird sie schwarzbraun bis schwarz. Sie öffnen sich mit einem Längsspalt.

Die Pyknide besteht unten aus sehr dünnem, hyalinem, wabenförmigem Gewebe, dessen oberste Schicht die kurz konischen, papillenförmigen Konidienträger bilden. Dieselben sind oben verjüngt und bilden je eine sichelförmige, hyaline, einzellige, 6—9 μ lange, 1—1·5 μ dicke Konidie. Die Decke ist sehr dünn, schwarzbraun, von oben gesehen parenchymatisch, an den Rändern fast radial gebaut.

Der neue Pilz weicht also auch durch kürzere, dickere Konidienträger und längere Konidien von *Leptostroma Pteridis* Ehrb. ab. Seine Diagnose ist diese:

Pycnidiis subcuticularibus, dispersis vel expanse gregariis, rotundatis vel oblongiusculis, parum convexulis, primo brunneis, dein atrofuscis vel nigris, subopacis, 75—250 μ longis, 80—130 μ latis, saepe ad plagulas minutas longitudinaliter et transverse confluentibus, contextu basi minute celluloso, hyalino, supra atrofusco, tenuissimo, distincte parenchymatico ad marginem subradiato, rima longitudinali dehiscentibus.

Sporulis fusoideo-curvatis, 6—9 μ longis, 1—1·5 μ latis, utrinque, attenuatis, hyalinis, continuis.

Sporophoris conico-papilliformibus, 4 - 6 μ longis, 3 μ latis, hyalinis.

Canada: In stipitibus *Osmundae cinnamomeae* ad Pond Mills prope London, Ont., 15. V. 1912, leg. J. DEARNESS (Sydow, Fungi exotici exs. Nr. 90 p. p.).

Leptostroma osmundicolum Bubák et Sydow.

(Tafel VIII, Abb. 17.)

In Annales myc. 1915, p. 8, habe ich diesen Pilz gemeinschaftlich mit SYDOW beschrieben. Im Herbar des Berl. bot. Mus. liegt er auf *Osmunda regalis* auch aus Sachsen vor, und zwar beigemengt in der Kapsel mit *Leptostroma Pteridis* Ehr. (auf *Pteris aquilina)*, gesammelt von AUERSWALD. Ob er wirklich auf dem an der Kapsel angegebenem Standorte „Ponikau bei Großenhain" vorkommt oder ob es nur eine spätere Beimischung ist, muß noch entschieden werden.

Durch die Form der Sporen ist dieser Pilz von allen anderen Farn-Leptostromaceen verschieden.

Leptostroma aquilinum C. Mass.

C. MASSALONGO beschrieb diese Art in Funghi Prov. Ferrara, I. Ser. Nr. 131 und bildet sie in Novitates Flor. myc. Veron. 1902, tab. VII, Abb. 22 ab. Mir liegt ein Stück des Originales vor.

Der Pilz bildet strichförmige, schwarze, reihenweise stehende Fruchtgehäuse, die im Sklerenchym angelegt werden, so daß sie außer der Epidermis noch von 1—2 Schichten desselben Gewebes bedeckt sind. Die Pykniden stehen einzeln, seltener findet man zwei dicht aneinander parallel gedrückt. An der Basis sind sie flach, von hellem bis hellgelbbräunlichem parenchymatischem Gewebe, oben gelbbraun bis dunkelbraun, ebenfalls parenchymatisch. Die Fruchtschicht entwickelt sich nur an der Basis.

Die Fruchtgehäuse zeigen, von oben beobachtet, in dem braunen, parenchymatischen Gewebe rundliche, reihenweise stehende Öffnungen, durch welche die Sporen bei der Reife entleert werden. Auch auf alten, schon völlig sporenlosen Pykniden konnte ich keinen Längsriß auffinden, sondern immer nur die oben erwähnten rundlichen Öffnungen, so daß der Pilz also polystomatisch ist. Eine dieser Öffnungsweise entsprechende Kammerung konnte ich nicht konstatieren, immer fand ich nur einen kontinuierlichen Fruchtraum.

Die Sporen kann man besser oblong-spindelförmig nennen (MASSALONGO: ellipsoidisch-oblong); sie sind 7—9·5 μ lang, 2—3·5 μ dick, hyalin, einzellig, beiderseits verjüngt und manchmal mit Öltropfen versehen.

MASSALONGO zeichnet den Pilz mit allseitigem Hymenium. Ich fand an dem Originale immer nur ein basales. Es fragt sich nun, wo man den Pilz einreihen soll. Daß er eine Hyalosporee-Leptostromacee darstellt, ist unstreitig. Zu *Leptothyrium* und *Leptostroma* paßt er nicht seiner abweichenden Öffnungsweise der Pykniden wegen, die auch nicht subkutikular oder subepidermal entstehen, sondern ziemlich tief im Sklerenchym. Ich halte ihn für einen neuen Typus der Leptostromaceen und nenne ihn zu Ehren des Herrn Kollegen Prof. Dr. C. MASSALONGO.

Massalongina Bubák n. sp.

Pycnidiis dimidiatis, in sclerenchymate evolutis, planis, striiformibus, pseudoparenchymaticis, coriaceis, polystomaticis. Sporulis oblongo-fusoideis, hyalinis, continuis. Sporophoris bacillaribus.

Massalongina aquilina (C. Mass.) Bubák nov. nom. (Syn. *Leptostroma aquilinum* C. Mass. l. c.)

Pycnidiis striiformibus, crebre parallele seriatis, saepe confluentibus, nigris, epidermide et 1—2 stratis sclerenchymaticis tectis, contextu pseudoparenchymatico, basi hyalino usque flavobrunneo, supra brunneo, poris rotundatis pluribus, subseriatis apertis.

Sporulis oblongo-fusoideis, 7—9·5 μ longis, 2—3·5 μ latis, utrinque attenuatis, hyalinis, guttulatis. Sporophoris bacillaribus, 7—14 μ longis, 2 μ latis, hyalinis.

Leptostromella filicina (Berk. et Curt.) Sacc.

Dieser Pilz wurde von den Autoren als *Cryptosporium filicinum* in North Amer. Fungi Nr. 397 beschrieben und von SACCARDO mit Recht zur *Leptostromella* gestellt. Er ist nur kurz und teilweise falsch beschrieben. Auf Grund des kanadischen Materiales kann ich auch über ihn berichten.

Er bildet strichförmige, lanzettliche oder verlängerte Pykniden, die nur wenig gewölbt sind. Sie sind 1—3 mm lang, bis $^1/_2$ mm breit, schwarz, glänzend, halbiert und entstehen in den Epidermiszellen, so daß sie von der halbierten Epidermis bedekt sind. Das basale Gewebe der Pykniden füllt die halbierten Lumina der unteren Hälfte der Epidermiszellen und außerdem bildet es auch eine dünne, unten gelbliche, oben hyaline, kleinzellige, parenchymatische Schicht, aus welcher die Sporen direkt, also ohne Sporenträger, gebildet werden. Die Pykniden öffnen sich mit einem Längsspalt und später fällt die Decke stückweise oder ganz ab, so daß nur der hellbraune Basalteil übrigbleibt.

Die Decke der Pykniden ist ziemlich dick und besteht oben aus tiefschwarzbraunem, weiter unten aus gelbbraunem bis hyalinem, kleinzelligem, parenchymatischem Gewebe.

Die Sporen sind in geschlossenen jungen Pykniden immer kurz, gewöhnlich unseptiert und haften fest den sporenbildenden Zellen an. Reife Sporen lösen sich leicht vom Hymenium ab, sind fadenförmig, 30—65 μ lang, 1,5—2 μ dick, gerade oder — gewöhnlich oben — bogenförmig gekrümmt, zum Scheitel allmählich verjüngt, an der Basis abgestutzt, hyalin, normal mit 1—5 Querwänden versehen; nicht selten fand ich aber auch 6—7 Querwände.

Wie die Autoren die Sporenträger als „halb so lang wie die Sporen“ bezeichnen können, ist mir unverständlich. Die Diagnose des Pilzes ist also diese:

Pycnidiis gregariis vel expansis, rarius dispersis, lanceolatis vel elongatis, planis, nigris, nitidis, 1—3 mm longis, usque $^1/_2$ mm latis, saepe seriatis et dein longitudinaliter vel transverse confluentibus, contextu minute celluloso, pseudoparenchymatico, basi tenui, brunneo-flavido, hymenio hyalino, supra crasso, extus atrofusco, intus brunneo-flavido usque hyalino.

Sporulis immediate e cellulis hymenii orientibus, filiformibus, 30—65 μ longis, 1·5—2 μ latis, rectis vel (plerumque supra) arcuatis, sursum attenuatis, basi truncatulis, plerumque 1—5 (non raro 6—7) septatis, hyalinis.

Ich sah folgende Exsikkate: (?) England: *Osmunda*, New Garden leg. C. C (= C. COOKE als *Leptostroma filicinum* Fr.); liegt im Berliner Herbar! Canada: London, III—IV, 1890, ohne Matrix-Angabe, leg. J. DEARNESS, in ELLIS ET EVERH., North. Amer. Fungi, Ser. II, Nr. 2780! und Pond Mills pr. London, *Osmunda cinnamomea*, 14. V. 1912, leg. idem, in SYDOW, Fungi exot. exs. Nr. 90 p. p.! Dieses Exsikkat enthält auch *Leptostroma affine* Bubák n. sp.

Leptostroma longissimum Libert.

(Tafel VIII, Abb. 18.)

Dieser Pilz fehlt in SACCARDO, Syll. fung. gänzlich. Er wurde von der Autorin in Plantae cryptogamae Arduennae, Fasc. III (1834), Nr. 259 mit folgender Diagnose ausgegeben: „Rotundo-ovatum, laeve, nigrum, secedens, in series longissimas parallelas confluens; pulpa grisea; ascis longissimis, fusiformibus, rectis; sporidiis 10—12 globosis, pellucidis. Ad stipites *Aspidii Filicis feminae*. Vere“.

Mir liegen 3 Exemplare dieses Pilzes aus dem Herbar der botan. Abteilung des k. k. naturh. Hofmuseums in Wien vor.

Die Fruchtgehäuse sind flach, schwarz, glänzend, ihre Form länglich oder breit strichförmig. Sie stehen auf den toten Wedelstielen in sehr langen, regelmäßigen, parallelen Reihen und sind 1—5 mm lang, bis 1 mm breit, manchmal fließen sie der Länge nach zusammen und bilden dann bis 5 cm lange kontinuierliche Striche.

Sie werden in den Sklerenchymschichten, und zwar zuerst in Form dichter, schwarzbrauner Myzelknäuel angelegt; später sprengt das Myzel das Gewebe und die so beginnende Pyknidenanlage trennt dann die oberen Sklerenchymschichten von den unteren ab. Die jungen Pykniden sind also nicht nur von der Epidermis, sondern auch von 1—2 Sklerenchymschichten bedeckt.

Die Epidermiszellen sind geschlossen, nicht geborsten, die Sklerenchymschichten, und zwar entweder nur eine oder beide bestehen teils aus ganzen, teils geborstenen Zellen. Alle Zellen der deckenden Schichten sind aber immer mit schwarzbraunem Gewebe gefüllt, welches auch weiter unten selbständig entwickelt ist und allmählich heller wird. Dieses Gewebe ist pseudoparenchymatisch-sklerotial d. i. aus Zellen mit verdickten Wänden gebildet. Endlich kommt es zur Bildung der Hymenialschicht, welche aus dem gelblichbraunen Basalgewebe entsteht. Zuerst bilden sich die zylindrischen, 1—2 mal septierten Sporenträger, dann wird der Fruchtraum der halbierten Pykniden höher und erst jetzt werden an dem Scheitel der Träger, wie auch unterhalb ihrer Septa die fadenförmigen Konidien reproduziert. Dieselben sind anfangs kontinuierlich, auf älteren, sich leicht ablösenden, konnte ich 1—3 Querwände konstatieren.

Das vorliegende Material ist größtenteils steril, nur auf einem Stückchen konnte ich den Pilz im sporifizierenden Zustande antreffen.

Der Pilz ist eine Leptostromacee, die am nächsten der Gattung *Leptostromella* steht, von derselben aber durch die Bildungsweise der Sporen abweicht. Ich nenne ihn

Pleurothyrium Bubák n. gen.

Pycnidia planissima, dimidiata, contextu pseudoparenchymatico-sclerotioideo. Sporophora cylindracea, septata, apice et infra septa sporificantia. Sporulae filiformes, septatae, hyalinae.

Pleurothyrium longissimum (Libert) Bubák nov. nom.

Pycnidiis in sclerenchymate evolutis, oblongis vel late striiformibus, parallele, longe seriatis, planissimis, dimidiatis, nigris, nitidis, 1—5 mm longis, usque 1 mm latis, saepe ad strias usque 5 cm longas confluentibus, contextu supra crasso, pseudoparenchymatico, sclerotioideo, extus atrofusco, intus luteobrunneo, basi flavobrunneo, tenuiore.

Sporophoris cylindraceis, usque 20 μ longis, 3-4 μ latis, 1—2 septatis, supra attenuatis, apice et infra septa fructificantibus. Sporulis filiformibus, 35—75 μ longis, 1·5—2 μ latis, arcuatis, curvatis vel subrectis, utrinque attenuatis, continuis vel 1—3 septatis, hyalinis.

Der Pilz ist habituell durch die in langen, parallelen Reihen stehenden Pykniden sehr auffallend und leicht kenntlich. Meine Beschreibung des Pilzes weicht von jener der Autorin in anatomischer Hinsicht gänzlich ab. Daß ein Askomyzet vorliegt, ist nach meinem Befunde total ausgeschlossen, auch die „10—12 sporidiis“ sprechen dagegen.

Die Autorin sagt: „ascis longissimis, fusiformibus, rectis“. Dies würde auf die Sporen wohl passen. Weiterhin „sporidiis 10—12 globosis, pellucidis“. Sollten dies vielleicht Öltropfen sein, die ich in dem über 80 Jahre alten Material nicht mehr konstatieren kann?

Die **Gloeosporium**-Arten der Farne.

Vom *Gloesporium Phegopteris* Passerini in Rev. myc. 1880 pg. 36 = *Gl. Phegopteridis* Frank in Krankh. d. Pflanzen p. 611 (1818) = *Gl. Frankii* Allescher in Rabh., Kryptfl. Deutschl., Pilze VII, pg. 494 ist schon seit längerer Zeit bekannt, daß dieser Pilz eine Uredinee ist und *Uredinopsis filicina* (Nießl) Magnus darstellt. Voss zieht zu *Gloeosporium Phegopteridis* Frank einen Pilz auf *Struthiopteris germanica* (Herb. Mus. palat. Vindob.: Zalilog b. Eisnern, Krain), der nichts anderes als *Uredinopsis Struthiopteridis* Störmer ist.

Außerdem habe ich in den Ber. d. naturw.-mediz. Ver. Innsbruck XXX, Sep. p. 15, bewiesen, daß *Fusidium Pteridis* Kalchbrenner in Bot. Zeit. 1861, p. 296 ebenfalls ein *Gloeosporium* ist, welches *Gloeosporium Pteridis* (Kalchb. 1861) Bubák et Kabát zu heißen hat und als Konidienform zu *Cryptomyces Pteridis* (Rob.) Rehm gehört.

Aus Amerika sind von *Pteris aquilina* vier Gloeosporien bekannt:

1. *Gloeosporium Pteridis* Harkness in Bull. Californ. Acad. Sci., I, Febr. 1884.
2. *Gloeosporium necans* Ell. et Ev. in Journal of Mycol. 1888, p. 104.
3. *Gloeosporium obtegens* Sydow in Ann. myc. 1904, p. 172.

Diese drei Gloeosporien sind völlig identisch. Da die europäische Art den Namen *Gl. Pteridis* (Kalchbr.) Bubák et Kabát führen muß, so kommt für den amerikanischen Pilz der zweite Name ***Gloeosporium necans*** Ell. et Ev. in Betracht.

Die vierte amerikanische *Gloeosporium*-Spezies ist *Gloeosporium leptospermum* Peck in 43 Rep. New York Stat. Mus. 1890, p. 32. Nach der Diagnose scheint dieser Pilz von dem vorangehenden verschieden zu sein. Sollte sich doch später herausstellen, daß er mit *Gl. necans* Ell. et Ev. identisch ist, so hat es auf die Nomenklatur dieses Pilzes keinen Einfluß, da der Name *Gl. leptospermum* erst aus dem Jahre 1890 stammt.

Über *Gloeosporium Osmundae* Ell. et Ev. kann ich nicht berichten, da mir dasselbe nicht vorliegt.

Ich sah von den zwei erwähnten Gloeosporien folgende Exsikkaten:

Gloeosporium Pteridis (Kalchbr.) Bubák et Kabát: Montenegro: inter Nedajno et Crkvica (1901, ipse!). — Tirol: Val di Génova (KABÁT)! — Kärnten: Faaker-See (HANDLIRSCH in Krypt. exs. Mus. palat. Vindob, 626 p. p.)! — Böhmen: Groß-Skal, Münchengrätz, Habstein (KABÁT)! — Mark Brandenburg: Grunewald (MAGNUS in herb. BUBÁK sub *Cryptomyces Pteridis*)! — Finnland: Leistila pr. Viborg (WORONIN et KOMAROW in JACZEWSKI, KOMAROW et TRANZSCHEL, Fungi Ross. exs. 90 b)! Lutowo pr. Jaroslawl (SEREBRIANIKOW in TRANZSCHEL et SEREBR., Myc. ross. 338)! — Korea: ad fl. Jalu pr. pagum Naran, distr. Samsu (KOMAROW in JACZ., KOM. et TRANZSCH., Fung. Ross. exs. 90c)!

Gloeosporium necans Ell. et Ev. Kalifornien: Berkeley (W. C. BLASDALE, in ELL. et EV. North Am. fung. II Ser. 2953)! Amador County, Pine Grove (HANSEN in Flora of the *Sequoia gig.* Reg. Nr. 1753)! Sisson (E. B. COPELAND in KABÁT et BUBÁK, Fungi impf. exs. Nr. 80)! — Oregon: Mc. Minneville (SHEAR in GRIFFITHS, West Amer. fungi 324)! — Montana: Missoula (WILLIAMS et GRIFFITHS l. c. Nr. 324 a)!

Septogloeum septorioides Passerini.

Originalexemplare dieses Pilzes liegen mir vor aus RABENHORST-PAZSCHKE, Fungi europ. et extraeur. Nr. 4287 von PASSERINI bei Parma (Italien) auf *Pteris aquilina* gesammelt. Die Art wurde in Erb. critt. ital. Ser. II Nr. 1492 beschrieben.

Die Fruchtlager entstehen im Mesophyll und sind außer der Epidermis noch von einer Zellenschicht desselben bedeckt. Junge Fruchtlager sind sphaerisch, alte an der Basis fast flach. Die Sporen sind wurmförmig gekrümmt oder gewunden, bis 40 μ lang, gewöhnlich mit 3—4, öfters mit 1—2, seltener mit 5 Querwänden versehen, an denselben eingeschnürt, beiderseits abgerundet. Von *Septoria aquilina* Pass., der sie habituell sehr ähnlich ist, durch mikroskopische Charaktere gänzlich verschieden.

Septogloeum septorioides in DIEDICKE, Pilze von Brandenb. VII., pg. 836 scheint nicht diese Spezies zu sein, sondern wahrscheinlich *Staganosporopsis pteridicola* Bubák et Kabát. Gesehen habe ich den Pilz nicht!

II. Teil. **Die Askomyzeten.**

1. Die *Monographus*-Arten der Farne.

Es sind, wie bekannt, diese vier Formen beschrieben:

1. *Monographus Aspidiorum* (Lib.) Fuckel.
2. *Monographus macrosporus* Schroet.
3. *Monographus microsporus* Niessl
4. *Monographus microsporus* Niessl var. *Struthiopteridis* Krieger.

Die Nomenklatur von *Monographus Aspidiorum* (Lib.) Fuckel. steht seit FUCKEL fest, so daß sie von WINTER, REHM, SACCARDO, THEISSEN et SYDOW etc. ohne Bedenken angenommen wurde. Und trotzdem ist sie, wie ich weiter unten nachweisen werde, falsch!

Sphaeria Aspidiorum wurde von Madame A. LIBERT in Plantae Cryptogamae Arduennae, Fasc. IV. (1837), Nr. 342 aufgestellt. An der Scheda ist die kurze Diagnose gedruckt: „Tecta, demum per rimas parallelas erumpens, lineari oblonga, lanceolata, stromate fusconigro; peritheciis seriatis, globosis, albo farctis; ascis clavatis; sporidiis oblongis, diaphanis. In stipitibus Aspidiorum. Vere“.

Auf den drei Exemplaren des genannten Exsikkates, welche mir aus dem Wiener Museum vorliegen, ist der Pilz immer derselbe. Die Nährpflanze ist ganz bestimmt keine *Pteris*, sondern ein *Aspidium*.

Ich gebe hier zuerst die anatomische Beschreibung der Originale: Die herdenweise stehenden Stromata sind strichförmig, $^1/_2$—$1^1/_2$ mm lang, durch Zusammenfließen oft länger, 100—130 μ breit. Sie entstehen in dem Sklerenchymgewebe und sind außer der Epidermis noch von 2 Schichten desselben bedeckt. An den Flanken der quer durchgeschnittenen Stromaten sind diese deckenden Schichten sehr deutlich, während am Scheitel die Sklerenchymzellen durch den Druck der Stromamasse gequetscht und von schwarzbraunem Myzel erfüllt sind und deshalb weniger deutlich erscheinen. Auch an den Längsschnitten sieht man diese Verhältnisse ebenfalls deutlich, besonders die jungen Stromata zeigen sehr schön, daß sie außer der Epidermis noch von zwei Sklerenchymschichten bedeckt sind.

Das Gewebe der Stromata (Längsschnitte) ist anfangs gänzlich aus kurzen, parenchymatischen, kastanienbraunen Zellen gebildet, welche in senkrechten Reihen stehen. Später wird das Stroma dicker, indem sich in seiner Mitte die Zellen durch Querwände teilen und heller werden. In dieser helleren Schicht differenzieren sich dann die Lokuli, welche anfangs sehr verflacht und durch dunklere Stromapartien von einander getrennt sind. Bald werden aber die Lokuli sphaerisch-abgeflacht und nach und nach bilden sich die Asken und in diesen die Sporen aus. In reifem Zustande sind die Lokuli voneinander durch dünne Wände, welche aus gelbbraunen, faserigen Zellen gebildet sind, getrennt und stehen in 1—2 Längsreihen.

An den Querschnitten sind sie allseitig, besonders an der Basis und an den Flanken von dem kräftig entwickelten Stroma umhüllt. Die senkrechte Struktur ist an diesen Schnitten auch deutlich, aber doch nicht so gut ausgeprägt wie auf den Längsschnitten.

Macht man einen Schnitt parallel mit der Oberfläche der Matrix, so sieht man, daß jeder Lokulus seinen eigenen Porus an der Oberfläche des Stromas besitzt, so daß auch die Pori eine Reihe oder zwei parallele Reihen bilden. An medianen Quer- oder Längsschnitten durch die Lukuli zeigt sich dieser Porus als eine kurze, von helleren Zellen umsäumte, zylindrische Öffnung in der Scheitelwand des Stromas.

Die Asken sind von zahlreichen, fadenförmigen Paraphysen umhüllt, die bis zu dem Porus hinaufreichen und also die Asken weit überragen. Diese sind an der Peripherie der Lokuli gebogen, die mittleren stehen gerade; beide sind zylindrisch oder zylindrischkeulenförmig, 38—50 (seltener bis 55) μ lang, 7—9 μ dick, oben abgerundet, an der Basis kurzgestielt, 8sporig.

Die Sporen sind distich oder fast distich, spindelförmig, 10—15 μ lang, 3 μ dick, hyalin, in der Mitte septiert. Das sporifizierende Stroma durchschnitten ist mit Lupe betrachtet innen weiß. Das ist also *Sphaeria Aspidiorum* Libert!

Die weiteren Schicksale des Pilzes sind diese: FUCKEL in Symbolae mycologicae, III. Nachtrag, p. 24, erhebt den LIBERTschen Pilz zu einer Gattung, die er *Monographos* nennt, und die Art als *Monographos Aspidiorum* (Lib.) Fuckel aufführt. Er hat diesen Pilz in Fungi rhenani Nr. 2665 von *Pteris aquilina* verteilt.

Dieses Exsikkat liegt mir aus dem Wiener Museum vor. Schon makroskopisch weicht der Pilz von dem LIBERTschen ab, da die Stromata breiter sind. Mikroskopische Unterschiede sind aber sehr groß, besonders die Sporen verraten sofort, da sie reif 3mal septiert sind, daß es sich um einen anderen Pilz handelt, als um den LIBERTschen. Der FUCKELsche Pilz ist das, was man jetzt allgemein „*Monographus Aspidiorum*“ nennt. Die Kombination FUCKELs, daß sein Pilz mit dem LIBERTschen identisch sei, ist, wie ich also gezeigt habe, falsch. Diese Kombination hat sich in der Literatur vom J. 1879 bis an unsere Zeit erhalten.

Die Gattung *Monographus* (FUCKEL schreibt *Monographos*) hat nach dem Autor l. c. die Sporen „simplicia, fusiformia, curvata vel vermicularia, 26 μ longa, 4 μ crassa“, was auf den LIBERTschen Pilz in keiner Weise paßt. „Simplicia“ sind aber die Sporen des FUCKELschen Pilzes auch nicht, sondern 4zellig.

Übrigens hat dasselbe, was ich hier aus Autopsie anführe, schon NIESSL in KRIEGERs Fungi saxonici Nr. 240 erkannt, wo er an der Scheda mitteilt: „Allein die Sporen hat er (FUCKEL) schlecht definiert, indem er sagt: sporidia curvata vermiculariave, 3–6 guttulata. An den FUCKELschen Originalexemplaren, die ich besitze, sind die Sporen spindelförmig, meist gerade, 3mal septiert, also 4zellig. Übrigens sind sie dreimal so lang als bei dieser hier ausgegebenen Art (*Monographus microsporus* Niessl n. sp.)“.

Die FUCKEL'sche Gattung *Monographus* kann meiner Meinung nach aufrecht erhalten werden mit der Korrektion „sporis fusiformibus, 3septatis, hyalinis“, wie es schon WINTER in Rab. Kryptfl. II, p. 914 getan hat. Auch den Artnamen „*Aspidiorum*“, obzwar er für einen *Pteris*-Pilz nicht gerade geeignet ist, muß man behalten, aber nur FUCKEL (also ohne LIBERT) als Autor beifügen.

FUCKEL teilt l. c. mit, daß er seinen Pilz auch auf *Aspidium* gesammelt hat. Ich habe jedoch seinen Pilz nie auf einer anderen Pflanze in den zahlreichen mir vorliegenden Exsikkaten gefunden als auf *Pteris aquilina*, welche also der einzige, bisher bekannte Wirt des Pilzes ist. Auf *Aspidium* muß FUCKEL ein anderer Pilz vorgelegen haben.

Ich habe ihn von folgenden Standorten untersucht: Böhmen

(KABÁT); Oestrich im Rheingau (FUCKEL, Fung. rhenani Nr. 2665); Sachsen, Königstein a. E. (KRIEGER in Fungi sax. Nr. 288 und REHM, Ascomyceten Nr. 932).

Eine Diagnose des Pilzes gebe ich nicht und verweise auf jene, welche WINTER l. c. entworfen hat. Die Sporen sind aber etwas länger als WINTER angibt.

Der Pilz muß also ***Monographus Aspidiorum*** Fuckel heißen. In dem mir vorliegendem Materiale findet er sich auf den Wedelstielen und Wedelrippen und nur in jenem, welches KABÁT in den Wäldern bei Bad Wartenberg und bei der Ruine Waldstein in Böhmen auf *Pteris aquilina* gesammelt hat, ist er auch auf den Fiederblättchen entwickelt.

Nach WINTER l. c. gehört *Monographus Aspidiorum* Fuckel zu den Dothideaceen, nach SACCARDO Syll. fung. II. p. 457 zu den Hypocreaceen (was entschieden unzutreffend ist!), nach THEISSEN et SYDOW in Annal. mycol. 1915, p. 189 zu den Sphaeriales.

Die anatomischen Detaile, die ich bei diesem Pilze gefunden habe, stimmen mit denjenigen von THEISSEN und SYDOW l. c. überein. Nur gelang es mir nicht, obzwar ich mit sehr reichlichem Materiale operierte, die Jodreaktion, das Blauwerden der Askenporen, zu erzielen.

Weit einfacher als auf den Wedelstielen gestalten sich die Verhältnisse des Pilzes auf den Fiederblättchen. Hier bildet er oberseits rundliche oder elliptische, schwarze, matte Fleckchen, die garnicht gewölbt sind, sondern (auf trockenem Material) schwach konkav sind. Das Stroma entsteht in den Epidermiszellen, so daß es oben nur von halbierter Epidermis bedeckt ist (seltener findet man ganze Epidermiszellen oben am Stroma) und nur einen Lokulus oder zwei enthält. Im ersten Falle ist der Lokulus ringsum von dem Stroma umgeben, im zweiten, wo die Lokuli gepaart sind, bildet das Stroma auch eine Trennungsschicht zwischen beiden. Eigentliche Pyknidenwände fehlen. Für eine Sphaeriacee kann ich den Pilz nicht halten, sondern reihe ihn zu den Phyllachoreen, in der Nähe von *Rhopographus* und *Scirrhia*. Auf dem Materiale von den Wedelstielen fand ich auch rudimentären Clypeus an den Längsschnitten; auf den Querschnitten sieht man, daß die durchgeschnittenen Epidermiszellen mit dem Clypeusgewebe gefällt sind.

Wie schon WINTER l. c, mitteilt, gehört hierher als Pyknidenform ein Pilz, „der auf der ganzen Innenseite der Wand, oben und unten“ fruktifiziert. Dieser Pilz wurde von mir im Abschnitte I eingehend beschrieben und auf der beigefügten Tafel VIII, Abb. 1—7 abgebildet. Er ist *Sphaeriostromella pteridina* (Sacc. et Roum.) Bubák.

Nun kehre ich wieder zu dem LIBERT'schen Pilze, welchen ich auf Grund der Originale oben beschrieben und weiterhin gezeigt habe, daß er mit dem FUCKELschen *Monographus Aspidiorum* nichts zu tun hat.

Bei KRIEGER, Fungi saxonici Nr. 240 (1886) hat NIESSL seinen *Monographus microsporus* beschrieben. Er führt an, daß sein Pilz wahrscheinlich „*Sphaeria Aspidiorum* Lib. pro parte“ darstellt. Sein Pilz ist, wie ich mich an dem Originalexemplar überzeugte, mit dem LIBERT'schen Pilze völlig identisch. Deshalb hat der LIBERT'sche Name die Priorität.

NIESSL stellt seinen Pilz zu den Dothideaceen und auch SACCARDO in Syll. fung. IX, p. 1040 reiht in die Dothideaceen-Gattung *Scirrhia* (allerdings mit?) ein. Auch ich halte ihn für eine Dothideacee, denn ich kann keine Unterschiede zwischen dem *Scirrhia*-Stroma und dem Stroma des LIBERTschen Pilzes finden. Auch gelang es mir nicht, die Jodreaktion bei den Asken (das Blauwerden) zu erzielen.

Ich nenne ihn deshalb **Scirrhia Aspidiorum** (Libert) Bubák (Syn. *Monographus microsporus* Niessl; *Scirrhia microspora* Sacc.; *Sphaeria Aspidiorum* Libert).

Ich habe ihn in den Exsikkaten, außer der zitierten LIBERTschen Sammlung, noch von folgenden Standorten und Nährpflanzen gefunden:

Aspidium filix femina: Königstein a. E., Sachsen (KRIEGER, Fungi sax. 240, NIESSL'S Original! und REHM, Ascomyceten 931).

Aspidium Thelypteris: Sperenberg bei Zossen, Mark Brandenburg (H. SYDOW).

Pteris aquilina: Königstein a/E., Sachsen (KRIEGER, Fungi sax. 289).

Struthiopteris germanica: Polenztal in der sächs. Schweiz (KRIEGER, Fungi sax. 775, bei Rehm, Ascomyc. 1064 und bei RABENHORST-WINTER-PAZSCHKE, Fungi eur. 3966); Schladning in Steiermark (Dr. ZAHLBRUCKNER).

Wie die Originale von LIBERT aussehen, habe ich oben schon geschildert. In den folgenden will ich über die Originale von NIESSL aus KRIEGER, Fungi sax. 240 referieren:

Die Stromata sind strichförmig, $^1/_2$—$1^1/_2$ mm lang, 120—200 μ breit, parallel gereiht, oft quer oder der Länge nach zusammenfließend. Sie entstehen ebenfalls wie bei dem LIBERTschen Pilze im Sklerenchym und sind von der Epidermis, wie auch von zwei

Schichten des genannten Gewebes bedeckt. Das Stromagewebe drängt sich sehr oft zwischen die Sklerenchymzellen, so daß sie oft isoliert in demselben eingeschlossen sind. Nicht selten dringt das Myzel auch in diese Zellen selbst. Clypeus fehlt. Mit dem Scheitel durchbrechen die Stromata dann die Decke, so daß ein Längsriß entsteht, aus dem der schwarze Stromascheitel wenig hervorschaut. Das Stroma ist anfangs von braunem, ziemlich großzelligem Gewebe gebildet, welches (an den Querschnitten) aus rechteckigen, ziemlich kurzen, in senkrechten Reihen stehenden Zellen besteht. Bald differenziert sich die hellere Fruchtschicht, in welcher die stark abgeflachten in 1 Reihe, seltener in 2 Reihen stehenden Lokuli gebildet werden. Sie sind anfangs durch hellbraune Wände, die später ganz hyalin werden, getrennt. Der basale Teil des Stromas wird endlich ganz hyalin und wird auf eine dünne Schicht reduziert. Die Paraphysen, Asken und die Sporen sind wie bei dem LIBERTschen Pilze, die Asken sind aber öfters bis 60 μ lang, Sporen monostich oder fast distisch.

Die Differenz besteht also nur darin, daß das Stroma auf *Aspidium filix mas* in KRIEGER, Fungi saxonici Nr. 240 heller ist, besonders an der Basis, wo es ziemlich reduziert ist.

Von demselben Standorte, wie das zitierte Exsikkat, rührt auch das Material in REHM, Ascom. 931. Die mikroskopischen Detaile sind hier, obzwar der Standort und die Nährpflanze dieselben sind, etwas abweichend und nähern sich schon jenen des LIBERTschen Pilzes:

Die Stromata sind stark entwickelt, der basale Teil ist und bleibt dauernd dunkelbraun, die senkrechte Struktur ist sehr deutlich, die Lokuli entstehen in 1—3 Reihen. Die Trennungswände sind stärker entwickelt. Clypeus in den Sklerenchymzellen oder auch in den Epidermiszellen ist schwach entwickelt. Die Asken oft bis 70 μ lang. sonst, wie auch die Sporen und Paraphysen von dem LIBERTschen Typus nicht abweichend.

Ebenso wie auf *Aspidium filix femina* finde ich die anatomischen Verhältnisse bei dem Pilze von *Pteris aquilina*. Die Stromata sind hier bald heller, reduziert, bald dunkel, typisch entwickelt.

Die Form auf *Struthiopteris germanica*, welche von KRIEGER bei REHM, Hedwigia 1892, p. 303 als *Monographus microsporus* Niessl var. *Struthiopteridis* Krieger beschrieben wurde, hat die Stromata ebenso entwickelt, wie der LIBERTsche Pilz. Die Asken, Paraphysen und Sporen wie auf den vorangehenden Nährpflanzen.

Man erkennt also aus meinen Ausführungen, daß der LIBERTsche Pilz (*Sphaeria Aspidiorum*) auf *Aspidium* sp., der NIESSLsche

(*Monographus microsporus*) auf *Aspidium filix femina*, *Pteris aquilina* und die KRIEGERsche Varietät (*Monographus microsporus* var. *Struthiopteridis*) eine und dieselbe Pilzart sind und daß sich nur sehr kleine Unterschiede in der Länge und Breite der Stromata, in der Länge der Asken (auch auf einer und derselben Nährpflanze!) bei ihnen konstatieren lassen. Diese Unterschiede, welche belanglos sind, lassen sich sehr leicht (die Form der Stromaten!) auf den Einfluß der Nährpflanzen zurückführen. Sie sind auch so unbedeutend, daß sie nicht einmal zur Aufstellung einer Varietät genügen.

NIESSL hat bei KRIEGER, Fungi saxonici 289 die Meinung geäußert, das der hier besprochene Pilz mit *Sphaeria pteridicola* B. et C. (= *Didymella pteridicola* Sacc.) vielleicht identisch ist. Möglich ist es, denn die Beschreibung der genannten *Sphaeria* lautet: „Perithecia forming little gray, parallel lines, covered with the cuticle. Asci clavate. Sporidia oblong, slightly curved, obtuse at each end, uniseplate, 15 μ long.“

Sollte die Identität des amerikanischen Pilzes mit dem europäischen später bewiesen werden, so kann keine Änderung in der Nomenklatur platzfinden, denn die LIBERTsche *Sphaeria Aspidiorum* stammt aus dem Jahre 1837, die *Sphaeria pteridicola* Berkeley et Curtis, Grevillea IV, p. 145 aus dem Jahre 1876.

EHRENBERG führt in Sylvae mycol. berol. 1818, p. 15 „*Schizoderma filicinum* mihi (*Leptostroma* fil. Fries) in *Aspid. Filic. feminae* caull.“ an. Dieser EHRENBERGsche Pilz ist wahrscheinlich ebenfalls nur *Scirrhia Aspidiorum* (Libert) Bubák und hat als nomen nudum, obzwar älter, gar keinen Einfluß auf die Nomenklatur.

Monographus macrosporus Schroeter.

Diesen von SCHROETER in Pilze Schlesiens II, p. 477 aufgestellten Pilz, haben SACCARDO und SYDOW in Syll. fung. XIV, p. 683 auf Grund der von *Monographus* abweichenden Sporen zum Repräsentanten der neuen Gattung *Dangeardiella* gemacht und bei den Dothideaceen belassen.

THEISSEN und SYDOW l. c. p. 665—666 haben den Pilz eingehend untersucht. Mir liegt außer anderen Exsikkaten auch das Material von KRIEGER, Fungi saxonici Nr. 1871 von dem Keilberge im Erzgebirge auf *Athyrium alpestre* vor, also auf derselben Nährpflanze, von welcher SCHROETER seinen Pilz beschrieb. THEISSEN und SYDOW haben ihn auf *Aspidium filix femina* vor sich gehabt. Einige Unterschiede in unseren Beobachtungen lassen sich wohl auf verschiedenes Nährsubstrat zurückführen.

Auf *Athyrium alpestre* bilden sich die Stromata nicht unter der Epidermis, sondern in dem Sklerenchymgewebe, so daß sie später außer der Epidermis noch von Streifen des Sklerenchymgewebes bedeckt sind, was man besonders auf den Querschnitten gut sieht, aber auch schon mit der Lupe wahrnehmen kann.

Die jungen Stromata sind im Innern anfangs kastanienbraun und bestehen aus schwach verlängerten, parenchymatischen Zellen, die in senkrechten Reihen stehen und in diesem Stadium sind die Stromata jenen von *Rhopographus* und *Monographus Aspidiorum* ähnlich. Erst später differenziert sich das innere hyaline Gewebe und die Lokuli sind dann durch zartes, hyalines Hyphengeflecht von einander getrennt. Ringsum ist das Stroma von einer ziemlich dicken, kastanienbraunen oder schwarzbraunen, parenchymatischen Haut umhüllt, welche von oben gesehen, aus reihenförmig gestellten, verlängert parenchymatischen Zellen zusammengefügt ist. Innen unter dieser Haut befindet sich überall ein ziemlich dicker Rest des hyalinen Gewebes, der auch bei überreifen Stromaten deutlich sichtbar ist. Die übrigen Detaile stimmen mit den Angaben von THEISSEN und SYDOW überein. Sie haben auch die verwandtschaftlichen Beziehungen berührt, indem sie den Pilz in nähere Verwandtschaft mit *Cryptosporina* (P. Henn) v. Höhnel em. (Fragmente Nr. 696) und *Botryosphaeria* bringen wollen. HÖHNEL hält diese Pilze für Dothideaceen, während die Autoren von *Dangeardiella* und *Cryptosporina* sagen, daß ihnen die systematische Stellung derselben noch zweifelhaft ist, und die *Botryosphaeria* zu den Pseudosphaeriaceen stellen. Ich halte die *Dangeardiella* auch für eine Dothideacee.

Standorte sind mir folgende bekannt:

Athyrium alpestre: Riesengebirge (SCHRÖTER); Keilberg im Erzgebirge (KRIEGER, Fungi saxonici Nr. 1871)! Schweiz (Volkart in Rehm, Ascomyceten 1663)!

Athyrium filix femina: Bayern (ADE in REHM, Ascom. 1663/b)!

Hiermit schließe ich vorläufig die Veröffentlichung über die Farn-Askomyzeten und werde das übrige Material in einer späteren Fortsetzung publizieren.

Erklärung der Tafeln VII und VIII.

Tafel Nr. VII.

(Mikroskop REICHERT, Tubuslänge 140.)

Abb. 1—7. *Sphaeriostromella pteridina* **(Sacc. et Roum.) Bubák auf** *Pteris aquilina.* **(Konradsgrün b. Sandau, Böhmen.)**

Abb. 1. Ein Fiederblättchen mit dem Pilze (2 ×).

Abb. 2. Schnitt durch eine Pyknide von demselben (Oc. 2, Obj. 6).

Abb. 3. Stück eines Wedelstieles mit dem Pilze (2 ×).
Abb. 4. Schnitt durch eine Pyknide von demselben (Oc. 2, Obj. 6).
Abb. 5. Teil des Hymeniums mit Sporenträgern und unreifen Sporen (Oc. 5, Obj. 9).
Abb. 6. Reife, isolierte Sporen (Oc. 5, Obj. 9).
Abb. 7. Schnitt durch eine Doppelpyknide von den Fiederblättchen, senkrecht zur Blattfläche orientiert, also um 90° gedreht (Oc. 3, Obj. 3).

Abb. 8—13. *Sphaeriothyrium filicinum* Bubák auf den Wedelstielen von *Struthiopteris germanica.* (Tábor, Böhmen)

Abb. 8. Habitus des Pilzes (3 ×).
Abb. 9. Querschnitt durch eine Pyknide (Oc. 3, Obj. 7a).
Abb. 10. Längsschnitt durch eine Pyknide (dto.).
Abb. 11—13. Isolierte Sporen (Oc. 3, Obj. 9).

Tafel Nr. VIII.

Abb. 1—3. *Phomopsis Fischeri Eduardi* Bubák auf Wedelstielen von *Pteris aquilina.* (Castelnuovo, Dalmatien.)
Abb. 1. Schnitt durch eine Pyknide (Oc. 2, Obj. 6).
Abb. 2, 3. Isolierte Sporen beider Typen (Oc. 3, Obj. 8a).
Abb. 4—7. *Placothyrium athyrinum* auf den Wedelstielen von *Athyrium filix femina.* (Triglitz, Jaap.)
Abb. 4. Querschnitt durch ein Stroma (Oc. 3, Obj. 6).
Abb. 5. Längsschnitt durch ein Stroma (Oc. 3, Obj. 6).
Abb. 6. Parallel mit der Oberfläche geführter Schnitt (Oc. 3, Obj. 3).
Abb. 7. Isolierte Sporen (Oc. 4, Obj. 8a).
Abb. 8. *Columnothyrium myriospermum* (Mass.) Bubák auf Wedeln von *Pteris aquilina*). (Original von Massalongo).
Abb. 8. Querschnitt durch eine Pyknide (Oc. 3, Obj. 6).
Abb. 9—10. *Leptostroma Pteridis* Ehrb. auf Wedelstielen von *Pteris aquilina.* (Original von Ehrenberg.)
Abb. 9. Querschnitt durch eine Pyknide (Oc. 3, Obj. 6a).
Abb. 10. Isolierte Sporen (Oc. 4, Obj. 9).
Abb. 11—13. *Pycnothyrium litigiosum* (Desm.) Died. auf Wedelstielen von *Pteris aquilina.* (Verschiedenes Material.)
Abb. 11—13. Isolierte Sporen (Oc. 4, Obj. 9).
Abb. 14. *Leptothyrium Osmundae* Bubák auf Wedelstielen von *Osmunda regalis.* (Mariensprung b. Cladow, Mark Brandenburg.)
Abb. 14. Isolierte Sporen (Oc. 4, Obj. 9).
Abb. 15—16. *Leptostroma affine* Bubák auf Wedelstielen von *Osmunda cinnamomea.* (Kanada.)
Abb. 15. Isolierte Sporen (Oc. 4, Obj. 9).
Abb. 16. Sporenträger mit Sporen (Oc. 4, Obj. 9).
Abb. 17. *Leptostroma osmundicolum* Bubák et Sydow auf Wedelstielen und Fiederblättchen von *Osmunda regalis* (Sperenberg b. Zossen, Mark Brandenburg).
Abb. 17. Isolierte Sporen (Oc. 4, Obj. 9).
Abb. 18. *Pleurothyrium longissinum* (Libert) Bubák auf den Wedelstielen von *Athyrium filix femina.* (Original von Libert.)
Abb. 18. Isolierte Sporenträger mit Sporen (Oc. 4, Obj. 7a).

30. Friedrich Meves: Die Chloroplastenbildung bei den höheren Pflanzen und die Allinante von A. Meyer.

(Eingegangen am 22. Mai 1916.)

Eine Reihe neuerer Untersucher, zuerst ein Vertreter der menschlichen Anatomie, PENSA (1910), weiter die Botaniker LEWITSKY (1910), FORENBACHER (1911), GUILLIERMOND (1911) und wiederum ein Mediziner, der Histologe MAXIMOW (1913) haben gefunden, daß die Chromatophoren, speziell die Chloroplasten, bei den höheren Pflanzen von Chondriosomen oder Plastosomen abstammen.

Diese Tatsache, deren Richtigkeit ich gelegentlich meiner im Druck befindlichen „historisch-kritischen Untersuchungen über die Plastosomen der Pflanzenzellen“ (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 89, Heft 3, 1916) leicht habe bestätigen können, trat zu einer Ansicht in Gegensatz, die beinahe ein Menschenalter hindurch geherrscht hat. Bis zu den Arbeiten von PENSA und LEWITSKY wurde fast allgemein angenommen, daß die Chromatophoren nur durch Teilung aus anderen Chromatophoren entstehen.

Letzterer Satz ist zuerst von SCHMITZ (1882) für Algen aufgestellt und in der Folge von SCHIMPER und A. MEYER auf sämtliche chromatophorenführende Pflanzen ausgedehnt worden.

A. MEYER hat nun 1911 geglaubt, lediglich auf seinen alten Untersuchungen fußend, welche an lebendem Material ausgeführt waren, das von PENSA und LEWITSKY erhaltene Resultat als „wohl sicher unrichtig“ bezeichnen zu dürfen. Für die „kritische Bewertung“ der Chondriosomen wäre nach A. MEYER zunächst die Frage zu prüfen, welche uns schon bekannten Gebilde nach der Methode von BENDA-MEVES gefärbt würden; zweitens, „ob die uns noch unbekannten Gebilde, welche vielleicht durch diese Methode sichtbar gemacht würden, alle unter sich morphologisch, microchemisch, physiologisch usw. gleichartig wären, sodaß es gestattet wäre, einen Namen für sie anzuwenden.“ Wollte man den neu aufgestellten Satz über die Entwicklungsgeschichte der Chromatophoren beweisen, so hätte man nach A. MEYER weiter zu untersuchen, „wodurch man die ‚Chondriosomen‘ von den kleinsten bekanntermaßen körnig oder spindelförmig oder fadenförmig erscheinenden Chromatophoren unterscheiden könne“ und „ob Übergänge zwischen den ‚Chondriosomen‘ und Chromatophoren wirklich vorkämen.“

In ähnlicher Weise hat sich A. MEYER auch in seinem 1915 in neuer Auflage erschienenen „ersten microscopischen Practicum“ ausgesprochen. Er wiederholt darin (S. 174) die irrtümliche Behauptung, daß die Chromatophoren „wie die Zellkerne“ Organe der Zelle seien, „welche sich nur durch Teilung vermehren, niemals neu entstehen“. Weiter sagt er (Anm. 31 auf S. 232), daß „alle die körnchen- oder fädchenförmigen Gebilde“, welche MEVES, LEWITSKY, GUILLIERMOND und andere bei den Pflanzen beschrieben hätten, „sicher“ verschiedenartiger Natur seien. Ein Teil derselben seien Chromatophoren, andere wohl ergastischer Natur. Es müsse „noch genauer nachgewiesen werden, was sich unter diesem Sammelnamen verbirgt“.

Diese Äußerungen von A. MEYER habe ich nun bereits in meiner erwähnten Arbeit, welche ich Anfang März an die Redaktion des Archivs für mikroskopische Anatomie eingesandt habe, richtig gestellt. Inzwischen hat A. MEYER im Heft 3 dieses Jahrgangs der vorliegenden Berichte eine neue Mitteilung über dasselbe Thema veröffentlicht. Sie bringt zwar gegenüber seinen früheren Bemerkungen außer einem neuen Namen, von dem ich zeigen werde, daß er gegenstandslos ist, nicht viel Neues, läßt es mir aber erwünscht erscheinen, den darin aufgestellten Behauptungen an dieser Stelle entgegenzutreten.

A. MEYER ist nunmehr zu der Ansicht gekommen, daß man in der pflanzlichen Zelle drei verschiedene Arten von Gebilden „entsprechend der allgemeinen Chondriosomen - Definition“, als Chondriosomen bezeichnet, also den tierischen Chondriosomen gleichgestellt habe, einmal „Trophoplasten“ d. h. also Chromatophoren, dann Gebilde, welche er jetzt Allinante nenne, und drittens fadenförmig gestreckte Zellsaftvacuolen.

Trophoplasten (Chromatophoren) sind nach A. MEYER in einer ganzen Reihe von Arbeiten, zuerst wohl von SMIRNOW (1906) dann von DUESBERG und HOVEN (1910), PENSA (1910 und 1911), LEWITSKY (1910 und 1911, 1 und 2) und zum Teil auch von GUILLIERMOND (1912, Abb. 1, 1914, 1 Abb. 1 B und 1 D) Chondriosomen genannt worden.

Diese Behauptung schien bisher insofern einer gewissen Berechtigung nicht zu entbehren, als GUILLIERMOND noch 1914, 1 S. 300 umgekehrt als „gewiß“ bezeichnet hatte, daß „die von

SCHIMPER und MEYER beschriebenen kleinen Leucoplasten, die durch weitere Differenzierung in den ausgewachsenen Geweben zu Amylo-, Chloro- und Chromoplasten werden“, „weiter nichts als Mitochondrien sind.“

In meiner in Druck befindlichen Abhandlung habe ich nun aber nachweisen können, daß diese Annahme unzutreffend ist. Die Körner, welche SCHIMPER (1883) bei *Tradescantia albiflora* und *Hartwegia comosa* beschrieben hat, sind keine Mitochondrien oder Plastochondrien, sondern Körner metaplasmatischer Natur und haben mit der Bildung der Chloroplasten nicht das geringste zu tun; die Chloroplasten gehen bei den genannten Objekten aus Fäden, Chondriokonten oder Plastokonten hervor, von denen SCHIMPER nichts gesehen hat. Ebensowenig sind die größeren „Leucoplasten“, welche SCHIMPER bei *Impatiens parviflora, Tropaeolum maius, Dahlia variabilis* usw. beobachtet hat, Mitochondrien oder Plastochondrien, sondern es handelt sich wohl um junge noch farblose Chloroplasten, welche sich von den Chondriosomen oder Plastosomen, die bei denselben Pflanzen in den jüngsten Meristemzellen vorkommen, schon äußerlich durch Kaliber — und meistens auch (z. B. *Tropaeolum*) durch Formverhältnisse unterscheiden. Die jungen Chloroplasten sind aber auch microchemisch von Chondriosomen oder Plastosomen verschieden; denn sie lassen sich, wie LEWITSKY und GUILLIERMOND gezeigt haben, durch Mittel konservieren, durch welche die Plastosomen zerstört werden.

Unverständlich ist mir, wie GUILLIERMOND ferner zu der Meinung hat kommen können, daß auch die von A. MEYER (1883) geschilderten jüngsten Entwicklungsstadien der Chloroplasten Mitochondrien darstellen; denn die Beschreibung und die Figuren von A. MEYER liefern unzweideutige Beweise des Gegenteils. Die kleinsten „Trophoplasten“ (Chromatophoren) in den jüngsten Blattanlagen und im Meristem des Vegetationspunktes von Elodea sind nämlich nach A. MEYER schon „schwach grün“ (!) und führen meist Stärkeeinschlüsse. Sodann aber hat LEWITSKY 1912 S. 699 festgestellt, daß die Vorstadien der Chloroplasten in „sehr jungen“ Blättern von *Elodea* „ganz verschieden von der Darstellung und den Figuren von A. MEYER“ sind.

Es hat sich also ergeben, daß weder SCHIMPER noch A. MEYER bei ihren Untersuchungsobjekten die Vorstadien der Chromatophoren, nämlich die undifferenzierten Chondriosomen oder Plastosomen vor sich gehabt haben. Daher kann keine Rede davon sein, daß, wie E. W. SCHMIDT in einem Sammelreferat über „pflanzliche Mitochondrien“ (1912 S. 709) sagt, die Entstehung der Chromatophoren „seit

A. MEYER und SCHIMPER bekannt“ gewesen wäre. Gleichfalls irrtümlich ist es nach meiner Ueberzeugung, wenn LEWITSKY (1910, S. 545) annimmt, daß die von MIKOSCH (1885) bei *Allium* und *Galanthus* beschriebenen „spindel- oder stäbchenförmigen“ Gebilde „jüngste Stadien der Chloroplastenentwicklung“ repräsentieren. Näheres über diese Punkte findet man in meiner zitierten Arbeit (1916).

Andererseits ist es nun aber völlig sicher, daß die kleinen Körner und Fäden, welche SMIRNOW, DUESBERG und HOVEN, PENSA, GUILLIERMOND in pflanzlichen Zellen dargestellt haben, nicht wie A. MEYER behauptet, Chromatophoren oder Trophoplasten sind; sondern es handelt sich hier zweifellos um Chondriosomen, als welche sie auch von den genannten Autoren selbst beschrieben werden. Allerdings ist es nicht möglich, die jungen Chloroplasten von den Chondriosomen, aus denen sie hervorgehen, scharf abzugrenzen, genau zu bestimmen, wo das Chondriosom aufhört und der Chloroplast oder das Chromatophor anfängt. Dieser Umstand berechtigt aber durchaus nicht, die Chondriosomen selbst als Chromatophoren zu bezeichnen; denn wir wissen heute mit Sicherheit, mag A. MEYER es auch noch so bestimmt für „unbewiesen“ erklären, daß außer den Chromatophoren noch zahlreiche andere Gebilde (fibrilläre und chemische Differenzierungen, in den Pflanzenzellen z. B. Sekretkörner) aus den Chondriosomen oder Plastosomen ihren Ursprung nehmen.

Ob die Chromatophoren bei niederen Pflanzen nur durch Teilung aus anderen Chromatophoren entstehen, wie SCHMITZ (1882) für Algen und neuerdings SAPĚHIN (1913, 1915) und SCHERRER (1913, 1914) für Moose angegeben haben, ist eine Frage, mit der ich mich bisher nicht beschäftigt habe. Es ist aber falsch, wenn SAPĚHIN und SCHERRER aus ihren Feststellungen bei Moosen den Schluß ziehen wollen, daß auch bei den höheren Pflanzen den Chondriosomen jedenfalls nicht die Rolle von Chromatophorenbildnern zukommen kann.

Außer Chromatophoren wurden nach A. MEYER Gebilde als Chondriosomen bezeichnet, für welche er den Namen Allinante gebrauchen will.

Die Allinante haben nach A. MEYER „nicht das geringste“ mit den von SMIRNOW, DUESBERG und HOVEN, PENSA usw. beschriebenen Gebilden zu tun. „Unter Anten (das Ant, die Ante)“, sagt er, „verstehe ich Massenteilchen, die für das unbewaffnete Auge unsichtbar, mikroskopisch aber sichtbar sind. Allinante sind ergastische Gebilde der Zelle, welche aus einem Allin, einem Körper der Stoffgruppe der Alline, bestehen". Diese Alline sollen sich nach A. MEYER durch eine Reihe von mikrochemischen Reaktionen, welche er aufzählt, charakterisieren lassen. Sie bestehen nach A. MEYER vermutlich wesentlich aus einem Eisen-Nuclein.

„Die Allinante", heißt es weiter, „sind sicher ergastische Gebilde und sind als Reservestoffante zu bezeichnen. Sie werden wie andere Eiweißkörper besonders in Reservestoffbehältern gespeichert. Sie ergrünen niemals im Lichte und erzeugen niemals an sich Stärkekörner".

A. MEYER teilt auffallender Weise nicht mit, wo er selbst solche Allinante gefunden hat, sondern beschränkt sich darauf, den Allinanten zuzurechnende Gebilde aus der Literatur namhaft zu machen. Es trifft sich nun, daß ich eine Anzahl dieser „Allinante" für meine in Druck befindliche Arbeit nachuntersucht habe; dieser Umstand erlaubt mir zu allen Allinanten A. MEYERs sofort Stellung zu nehmen.

Nach A. MEYER ist ZIMMERMANN der erste, welcher Allinante beschrieben hat. Dieser Autor, sagt A. MEYER, hat 1893 „für *Momordica* stäbchenförmige, sich in der lebenden Zelle krümmende Gebilde dargestellt, welche sich auch nach ALTMANNs Methode färben ließen, und hat sie Nematoplasten genannt". Die Fäden in den Haarzellen von *Momordica* sind nun aber schon 1884 (S 53) von STRASBURGER wahrgenommen worden; wie ich in meiner erwähnten Abhandlung festgestellt habe, unterliegt es keinem Zweifel, daß sie Chondriokonten oder Plastokonten darstellen. Daß ZIMMERMANN, wie A. MEYER behauptet, die „Nematoplasten" bei *Momordica* auch am fixierten und gefärbten Objekt studiert hat, trifft, nebenbei bemerkt, nicht zu; ZIMMERMANN (1893 S. 215) sagt es wenigstens selbst nur von solchen, die er bei *Vicia Faba* beobachtet hat.

A. MEYER erklärt ferner, daß ZIMMERMANN (1893) unter dem Namen Granula bei *Tradescantia* „sicher" Allinante beschrieben habe. „Er (ZIMMERMANN) beobachtete sie in lebenden Zellen, färbte sie nach ALTMANN und stellte auch einige mikrochemische Reaktionen mit ihnen an". ZIMMERMANNs Arbeit ist nach A. MEYER „die beste, die bisher über die Allinante veröffentlicht wurde"; die von ZIMMERMANN als Granula beschriebenen Gebilde „würden von den nun folgenden Autoren als Chondriosomen bezeichnet worden sein, wenn sie dieselben gefärbt zu Gesicht bekommen hätten".

ZIMMERMANN hat nun nicht erst 1893, sondern schon 1890 berichtet, daß in den Zellen des Assimilationsgewebes bei sehr zahlreichen Pflanzen Granula vorkommen, „welche ihrem ganzen Verhalten nach mit den von R. ALTMANN im Cytoplasma der tierischen Zellen beobachteten Differenzierungen übereinstimmen“.

Ich selbst habe 1910 im Verein mit SAMSSONOW (1910) gezeigt, daß die ALTMANNschen Körner mit Mitochondrien oder Plastochondrien identisch sind, und im Anschluß daran (S. 650 Anm.) auch auf die Arbeit von ZIMMERMANN hingewiesen, obwohl mir bei einer Vergleichung der von ZIMMERMANN beschriebenen Granula mit den ALTMANNschen Vorsicht geboten schien, weil ZIMMERMANN zur Fixierung nicht das ALTMANNsche Gemisch (5%ige Kaliumbichromatlösung und 2%ige Osmiumsäure zu gleichen Teilen), sondern konzentrierte alkoholische Picrinsäurelösung und 3%ige Salpetersäure benutzt hat; gefärbt hat er mit Säurefuchsin-Picrinsäure nach ALTMANN.

Bei einer mit Hilfe der Plastosomenmethoden ausgeführten Nachprüfung, die ich gelegentlich meiner „historisch-kritischen Untersuchungen“ den Angaben ZIMMERMANNs (1890) zuteil werden ließ, vermochte ich nun in den Assimilationszellen von *Tradescantia albiflora* das konstante Vorkommen von solchen Granulis, wie sie ZIMMERMANN beschrieben hat, nicht zu bestätigen. Auch Plastosomen (Chondriosomen) habe ich in den genannten Zellen „nicht in einwandfreier Weise nachweisen können und bezweifle auch deshalb, daß solche hier überhaupt vorhanden sind, weil nach meinen Beobachtungen bei dieser Pflanze sämtliche Plastosomen in den Zellen der Blattanlagen bei der Chloroplastenbildung verbraucht werden“.

Der nächstfolgende Autor, welchen A. MEYER anführt, MIKOSCH, soll bei *Sedum Telephium* „Ante“ gesehen haben, „welche vermutlich Allinante gewesen sind“. Ich habe die von MIKOSCH beschriebenen Körner und Fäden schon 1908 S. 843 als Chondriosomen angesprochen und bei einer im vorigen Jahre vorgenommenen Nachuntersuchung in den Epidermiszellen von *Sedum Telephium* neben Kügelchen, welche durch Osmiumsäure gebräunt werden und wahrscheinlich Gerbstofftröpfchen darstellen, zahlreiche teils körnige, teils fädige Chondriosomen oder Plastosomen aufgefunden.

„FORENBACHER“, fährt A. MEYER fort, „färbte die Allinante von *Tradescantia* zugleich mit den Trophoplasten entwickelter Zellen und hielt beide Gebilde auseinander, die Allinante als Chondriosomen bezeichnend, welche ZIMMERMANN vor ihm Granula genannt hatte.“ FORENBACHER selbst (1911) erklärt nun aber sich bei *Tradescantia virginica* von der Richtigkeit des Satzes überzeugt zu haben, daß die Chromatophoren von Chondriosomen abstammen[1]). Wie er ferner mitteilt, hat er neben den schon entwickelten Chromatophoren immer sowohl im Stengel wie in der Wurzel noch Gebilde vorgefunden, „die morphologisch mit den Chondriosomen vollkommen übereinstimmen“. Wenn aber die Resultate, welche ich l. c. (1916) bei *Tradescantia albiflora* gewonnen habe, auch für *Tradescantia virginica* Gültigkeit besitzen, so dürfte es sich bei den Gebilden, welche nach FORENBACHER neben den schon entwickelten Chromatophoren vorhanden sind, allerdings nicht, wie FORENBACHER zu glauben scheint, um Chondriosomen, sondern um Körner metaplasmatischer Natur handeln.

Daß die Chondriokonten, welche RUDOLPH (1912) bei *Asparagus* z. B. in seiner Fig. 6 neben Chromatophoren abbildet, tatsächlich solche sind, erscheint mir dagegen im Gegensatz zu A. MEYER nicht im geringsten zweifelhaft.

Wenn A. MEYER schließlich schreibt: „GUILLIERMOND hat in den lebenden Epidermiszellen der Perianthblätter von *Iris germanica* (1913) Allinante unter den Augen gehabt, denn er sagt S. 1282: „Un certain nombre des chondriocontes subsistent toujours dans la cellule après la formation des leucoplastes“, so liegt auch hier von Seiten A. MEYERs eine willkürliche Annahme vor; GUILLIERMOND selbst wird wahrscheinlich nicht verfehlen dagegen Einspruch zu erheben und die von ihm behauptete plastosomatische Natur der bezeichneten Fäden aufrecht zu erhalten.

Fasse ich das zur Kritik der Allinante Gesagte zusammen, so bin ich also der Überzeugung, daß es sich bei den von A. MEYER mit diesem Namen belegten Zellbestandteilen in den meisten Fällen um Chondriosomen oder Plastosomen handelt, welche mit den von SMIRNOW, DUESBERG und HOVEN, PENSA usw. beschriebenen Bildungen absolut identisch sind, so z. B. bei den Nematoplasten von ZIMMERMANN (1893) und den Fäden, welche nach GUILLIERMOND (1913) in den Epidermiszellen der Perianthblätter von *Iris germanica* nicht zur Leucoplastenbildung verbraucht werden. Wenn die Reaktionen, welche A. MEYER als charakteristisch für Allinante aufzählt, für die erwähnten Fäden von ZIMMERMANN oder von GUILLIERMOND zutreffen, so gelten sie auch für die von SMIRNOW, DUESBERG und HOVEN, PENSA usw. beschriebenen Gebilde.

---

[1]) Die bezüglichen Angaben von FORENBACHER scheinen mir allerdings in Hinblick auf meine eigenen Befunde bei *Tradescantia albiflora* im einzelnen einer Nachprüfung sehr bedürftig zu sein.

Letztere sind von den bezeichneten „Allinanten“ weder morphologisch noch microchemisch zu unterscheiden.

Mit der Feststellung, daß der größte Teil der Allinante Chondriosomen sind, erledigt sich denn auch die Behauptung von A. MEYER, daß „niemand ein Allinant in einen Trophoplasten sich umwandeln sah“.

Außer Chondriosomen dürften sich unter den Allinanten von A. MEYER auch noch Körner metaplasmatischer Natur befinden; als solche möchte ich, wie gesagt, die Gebilde auffassen, welche nach FORENBACHER in Zellen von *Tradescantia virginica* neben schon entwickelten Chromatophoren vorhanden sind und welche nach diesem Autor „morphologisch mit den Chondriosomen vollkommen übereinstimmen“. Metaplasmakörner sind auch sonst schon gelegentlich mit Mitochondrien oder Plastochondrien verwechselt worden (vergl. MEVES l. c. 1916).

Wenn A. MEYER schließlich sagt, daß GUILLIERMOND in den jungen Laubblättern der Rose und der Wallnuß fadenförmig gestreckte Zellsaftvakuolen als Chondriosomen beschrieben habe, so möchte ich auch diese Behauptung für unzutreffend halten, will es aber GUILLIERMOND überlassen, seinen Standpunkt zu verteidigen.

„Am leichtesten“ war nach A. MEXER „der Irrtum zu erlangen, daß Allinante zu Trophoplasten werden könnten.“ „Allinante und die jungen, farblosen Trophoplasten der Angiospermen“, erklärt er, „sind nur bei großer Aufmerksamkeit, am besten noch in lebenden Zellen zu unterscheiden, oft kaum oder nicht, wenn sie fixiert und gefärbt sind.“

Ich will nun keineswegs bestreiten, daß es Fälle geben kann, in denen sich Plastosomen und Metaplasmakörner besser am lebenden Objekt als an einem nach den Plastosomenmethoden fixierten und gefärbten Präparat auseinanderhalten lassen. In der Regel aber ist es völlig ausgeschlossen, daß man beim Studium der verschiedenen Cytoplasmaeinschlüsse ohne künstliche Methoden auskommt. Die Plastosomen sind häufig infolge gleicher Lichtbrechung mit dem umgebenden Cytoplasma in vivo überhaupt unsichtbar. Wo man sie aber in der lebenden Zelle wahrnehmen kann, besitzen sie vielfach das gleiche Lichtbrechungsvermögen wie Metaplasmakörner, so daß man körnige Plastosomen oder Plastochondrien und (farblose) Metaplasmakörner nicht unterscheiden kann.

Auch ZIMMERMANN sagt schon 1890 S. 45 in der nach A. MEYER besten Arbeit über die „Allinante“: „Daß es bei alleiniger

Benutzung des lebenden Materials nicht möglich ist, zwischen den verschiedenen farblosen körnigen Einschlüssen des Cytoplasmas irgend welche sichere Unterscheidungen zu treffen, daß vielmehr die Tinktionsmethoden hier in erster Linie zu Rate gezogen werden müssen, scheint mir so einleuchtend, daß ich eine jede weitere Diskussion in dieser Hinsicht für überflüssig halte.“ Im gleichen Sinne haben sich vorher und nachher zahlreiche andere Autoren geäußert.

Gerade die alten Beobachtungen von SCHIMPER und A. MEYER, welche so lange für die Ansichten über die Entstehung der Chromatophoren maßgebend gewesen sind, zeigen deutlich (s. oben), in welche Irrtümer man verfallen kann, wenn man sich auf die Untersuchung der lebenden Zelle beschränkt oder ungeeignete Methoden anwendet.

Das Bestreben A. MEYERs geht offenbar in erster Linie dahin, diejenigen Plastosomen oder Chondriosomen, welche sich zu Chromatophoren umbilden, als verschiedenartig von den übrigen zu erweisen; auf diesem Wege hofft er wohl den Satz, daß Chromatophoren nur durch Teilung aus anderen Chromatophoren entstehen, am ehesten aufrecht erhalten zu können. Seine Beweisführung muß aber nach dem oben Gesagten als mißglückt bezeichnet werden.

DELAGE hat allerdings auch schon 1895 (S. 503), als er die Beziehung der ALTMANNschen Körner zur Erblichkeitsübertragung vom theoretischen Standpunkt erörterte, gelegentlich geäußert, daß unter diesen Körnern eine sehr beträchtliche Anzahl von Varietäten existieren müßten. Meines Erachtens aber haben wir zu einer solchen Annahme keine Ursache.

Untersucht man z. B. einen Längsschnitt durch eine ältere, ergrünte Luftwurzel von *Hartwegia comosa* (*Chlorophytum Sternbergianum*), so findet man, wie ich l. c. 1916 beschreibe, in denjenigen Meristemzellen, welche am Scheitel des Vegetationspunktes gelegen sind, neben Metaplasmakörnern zahlreiche Plastosomen in Gestalt langer und feiner Fäden, zwischen denen sich keine Unterschiede feststellen lassen. Diese Fäden oder Plastokonten lassen nun in denjenigen Zellen, welche sich weiter nach rückwärts anschließen, die verschiedensten Gebilde aus sich hervorgehen. In den Zellen der primären Rinde und in den Parenchymzellen des Zentralzylinders wandeln sie sich in Chloroplasten um. In denjenigen Zellen des Zentralzylinders, aus welchen sich die Gefäße entwickeln, sowie in den Zellen der Gefäßbündelscheide, erzeugen sie in sich direkt Stärke. Plastochondrien, welche durch eine Fragmentierung der Plastokonten entstehen, beteiligen sich in den Mutterzellen der Gefäße an der Ausbildung der Verdickungsleisten der Zellwand. In anderen Meristemzellen des Zentralzylinders, aus denen Röhren hervorgehen, welche die Gefäße begleiten (ich möchte annehmen, daß es sich um Siebröhren handelt, obwohl ich Siebplatten bisher nicht erkannt habe), erfahren die Plastokonten eine Metamorphose zu Sekretkörnern; über den letzteren Vorgang gedenke ich demnächst genaueres mitzuteilen.

Die in den jüngsten Meristemzellen vorhandenen Plastokonten sind also augenscheinlich alle von einer und derselben Art und in Bezug auf ihr Entwicklungsvermögen gleichwertig; sie übernehmen aber eine verschiedene Rolle je nach der Zellart, welcher sie weiterhin zuerteilt werden. Es ist nicht anzunehmen, daß die mannigfachen Gebilde, welche aus den Plastosomen hervorgehen, schon in den jüngsten Meristemzellen vorgebildet seien; immerhin ist es möglich, daß eine Differenzierung im Lauf der Entwicklung schon früher eintritt, als sie sich für unser Auge bemerkbar macht.

A. MEYER bezeichnet es sodann als eine „interessante Frage“, „ob die tierischen Chondriosomen alle oder teilweise den Allinanten analoge Gebilde seien“, und kündigt eine Untersuchung an, welche in seinem Institut ausgeführt werden soll.

Dazu ist zu bemerken, daß die „Allinante“, wie wir gesehen haben, größtenteils Chondriosomen sind und daß die Identität der pflanzlichen und tierischen Chondriosomen längst erwiesen ist. Das morphologische Aussehen der Chondriosomen, ihr Verhalten gegen zahlreiche Reagentien und Färbungsmittel, die Rolle, welche sie bei der Bildung der Differenzierungsprodukte spielen, ist in tierischen und pflanzlichen Zellen völlig gleich. Will man die Vergleichbarkeit tierischer und pflanzlicher Chondriosomen bestreiten, so kann man es nach GUILLIERMOND (1914, 2 S. 23) ebenso gut mit den Kernen tun.

Die Mitteilung A. MEYER's schließt mit folgendem Passus:

„Würden die Behauptungen, daß die Chondriosomen sich nur durch aktive Teilung vermehrende Organe der Zelle seien, die auch als Vererbungsträger funktionierten, und daß sie sich in allerhand ergastische und alloplasmatische Gebilde direkt umwandelten, diesen den Ursprung gebend usw., wahr sein, so wäre an eine Analogisierung der Allinante und Chondriosomen nicht zu denken. Aber alle diese Behauptungen sind unbewiesen. Bei einer kritischen Durcharbeitung der Literatur findet man demgegenüber zahlreiche Tatsachen, welche völlig mit der Anschauung im Einklange stehen, daß auch die tierischen Chondriosomen wie die Allinante ergastische Reservestoffante sind“.

Bei den Ansichten, welche A. MEYER unbewiesen nennt, handelt es sich nun aber um solche, für welche in den letzten Jahren Belege in großer Zahl beigebracht worden sind. Das von A. MEYER abgegebene Urteil ist daher gänzlich ungerechtfertigt. Dagegen kann man von den Behauptungen, welche A. MEYER selbst über die Chondriosomen aufgestellt hat, mit vollem Recht sagen, daß sie sämtlich nicht nur unbewiesen, sondern auch falsch sind.

Es mag schwer sein, sich wesentlich auf Grund eines Literaturstudiums eine zutreffende Meinung über diese Dinge zu bilden. Soviel aber dürfte sich aus der Literatur entnehmen lassen, daß die Chondriosomen auf keinen Fall, wie A. MEYER sich ausdrückt, „ergastische Reservestoffante“ darstellen können; das soll heißen: Reservestoffteilchen, welche von der Zelle erarbeitet worden sind, mit anderen Worten also metaplasmatische Gebilde (HANSTEIN) oder Stoffwechselprodukte. Es unterliegt demgegenüber keinem Zweifel, daß die in Rede stehenden Zellbestandteile, die Chondriosomen oder Plastosomen, mit den Fila FLEMMINGS von 1882 und den Granula von ALTMANN (1890) identisch sind und daß sie, wie auch die genannten Forscher bereits angenommen haben, die Strukturelemente des Protoplasmas repräsentieren. In Übereinstimmung damit bin ich in meinen „historisch-kritischen Untersuchungen“ zu dem Ergebnis gekommen, daß es „statthaft erscheint, in den Plastosomen und ihren lebendigen Derivaten die Träger der molecularen Organisation zu erblicken, welche BRÜCKE in seiner viel citierten Abhandlung (1861) als Substrat der hauptsächlichsten Lebensäußerungen des Protoplasmas gefordert hat.“

Kiel, Mai 1916.

Literatur.

ALTMANN, R., 1890: Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig.

BRÜCKE, E., 1861: Die Elementarorganismen. Sitzgsber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien, math.-naturw. Cl., Bd. 44, Abt. 2.

DELAGE, Y, 1895: La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité. Paris.

DUESBERG, J. und H. HOVEN, 1910: Observations sur la structure du protoplasme des cellules végétales. Anat. Anz., Bd. 36.

FLEMMING, W., 1882: Zellsubstanz, Kern und Zellteilung Leipzig.

FORENBACHER, A., 1911: Die Chondriosomen als Chromatophorenbildner. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 29.

GUILLIERMOND, A., 1911: Sur la formation des chloroleucytes aux dépens des mitochondries. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences de Paris, t. 153.

Derselbe, 1912: Quelques remarques nouvelles sur le mode de formation de l'amidon dans les cellules végétales. Compt. rend. de la Soc. de Biologie, t. 72.

Derselbe, 1913: Sur l'étude vitale du chondriome de l'épiderme des pétales d'Iris germanica et de son évolution en leuco- et chromoplastes. Compt. rend. de la Soc. de Biologie, t. 74.

Derselbe, 1914, 1: Bemerkungen über die Mitochondrien der vegetativen Zellen und ihre Verwandlung in Plastiden. Eine Antwort auf einige Einwürfe. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 32.

Derselbe, 1914, 2: État actuel de la question de l'évolution et du rôle physiologique des mitochondries. Revue générale de Botanique, t. 26.

LEWITSKY, G., 1910: Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 28.

Derselbe, 1911, 1: Vergleichende Untersuchung über die Chondriosomen in lebenden und fixierten Pflanzenzellen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 29.

Derselbe, 1911, 2: Die Chloroplastenanlagen in lebenden und fixierten Zellen von *Elodea canadensis* Rich. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 29.

MAXIMOW, A., 1913: Über Chondriosomen in lebenden Pflanzenzellen. Anat. Anz., Bd. 43.

MEVES, FR., 1908: Die Chondriosomen als Träger erblicher Anlagen. Cytologische Studien am Hühnerembryo. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 72.

Derselbe 1910: Zur Einigung zwischen Faden- und Granulalehre des Protoplasma. Beobachtungen an weißen Blutzellen. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 75.

Derselbe 1916: Historisch-kritische Untersuchungen über die Plastosomen der Pflanzenzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 89, Heft 3 (im Druck).

MEYER, A., 1883: Das Chlorophyllkorn in chemischer, morphologischer und biologischer Beziehung. Leipzig.

Derselbe 1911: Bemerkungen zu G. LEWITSKY: Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. 29.

Derselbe 1915: Erstes mikroskopisches Practicum. 3. Aufl. Jena.

Derselbe 1916: Die Allinante. Zugleich eine Antwort auf die Darstellung von GUILLERMOND im 32. Bande dieser Berichte S. 282. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Jahrg. 34.

MIKOSCH, C., 1885: Über die Entstehung der Chlorophyllkörner. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien, math.-naturw. Kl., Bd. 92, Abt. 1.

Derselbe 1894: Über Strukturen im pflanzlichen Protoplasma. Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte. 66 Versamml. zu Wien.

PENSA, A., 1910: Alcune formazioni endocellulari dei vegetali. Boll. Soc. med.-chir. di Pavia. Seduta 8 luglio 1910 und Anat. Anz., Bd. 37.

Derselbe, 1911: Ancora di alcune formazioni endocellulari dei vegetali. Anat. Anz. Bd. 39.

RUDOLPH, K., 1912: Chondriosomen und Chromatophoren. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 30.

SAMSSONOW, N., 1910: Über die Beziehungen der Filarmasse FLEMMINGs zu den Fäden und Körnern ALTMANNs, nach Beobachtungen an Knorpel-, Bindegewebs- und Epidermiszellen. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 75.

SAPĚHIN, A., 1913: Ein Beweis der Individualität der Plastide. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 31.

Derselbe, 1915: Untersuchungen über die Individualität der Plastide. Arch. f. Zellforschg., Bd. 13.

SCHERRER, A., 1913: Die Chromatophoren und Chondriosomen von *Anthoceros.* Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 31.

Derselbe, 1914: Untersuchungen über Bau und Vermehrung der Chromatophoren und das Vorkommen von Chondriosomen bei *Anthoceros.* Flora, Bd. 7.

SCHIMPER, A., 1883: Über die Entwicklung der Chlorophyllkörner und Farbkörper. Bot. Zeitg.

Derselbe, 1885: Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 16.

SCHMIDT, E. W., 1912: Neuere Arbeiten über pflanzliche Mitochondrien. Zeitschrift f. Botanik, Jahrg. 4.

SCHMITZ, FR., 1882: Die Chromatophoren der Algen. Vergleichende Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Chlorophyllkörper und der analogen Farbstoffkörper der Algen. Bonn.

SMIRNOW, A. v., 1906: Über die Mitochondrien und den GOLGIschen Bildungen analoge Strukturen in einigen Zellen von *Hyacinthus orientalis.* Anat. Hefte, Abt. 1, Bd. 32.

STRASBURGER, E., 1884: Das botanische Practicum. Jena.

ZIMMERMANN, A., 1890: Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Heft 1. Tübingen.

Derselbe, 1893: Sammel-Referate aus dem Gesamtgebiete der Zellenlehre. Beihefte z. Bot. Centralbl., Jahrg. 3.

31. H. Harms: Über abnorme Blüten von Aucuba japonica Thunb.

(Mit einer Abb. im Text.)

(Eingegangen am 26. Mai 1916.)

Anfang April 1910 beobachtete ich bei einem Exemplare von *Aucuba japonica* Thunb., das damals im Winterhaus des Dahlemer Bot. Gartens stand, eigentümliche abnorme Blüten; ich habe sie genauer untersucht, später jedoch das Exemplar nicht wieder gefunden. Als ich mir nun Anfang Mai d. J. wieder einmal die verschiedenen *Aucuba*-Pflanzen des Bot. Gartens ansah, konnte ich zu meiner Überraschung feststellen, daß sich darunter zwei Exemplare mit ähnlichen abnormen Blüten befanden; nur das eine davon, das am japanischen Häuschen ausgepflanzt war, konnte ich längere Zeit beobachten, bei dem andern waren die Blüten schon zum Teil verrottet.

Aucuba japonica ist bekanntlich dioecisch. Blühende ♂ und ♀ Exemplare sind sofort an dem Aussehen der Blütenstände zu erkennen, denn die reichblütigen lockeren verzweigten ♂ Rispen ragen weit heraus, während die wenigblütigen gedrungenen ganz kurzen ♀ Rispen meist zwischen den Blättern teilweise versteckt sind oder jedenfalls nicht herausragen; wir finden ja häufig bei eingeschlechtlichen Pflanzen die männlichen Blütenstände reichblütig, die weiblichen armblütig. Das erstgenannte Exemplar vom Jahre 1910 zeigte nun ziemlich reichblütige, lockere herausragende Rispen (vergl. Text-Abbild.), an deren Blüten aber merkwürdigerweise ein Fruchtknoten zu erkennen war, während man nach dem Aussehen des Blütenstandes auf rein ♂ Blüten hätte schließen müssen. Die Blütenstiele waren etwa 4—11 mm lang; sonst sind sie bei den ♀ Blüten viel kürzer (nur 1—3 mm lang). Der Fruchtknoten war etwa 2—4 mm lang, und, was besonders zu betonen ist, ohne erkennbare Gliederung gegen den Stiel, während bei der normalen ♀ Blüte eine Gliederung des Fruchtknotens gegen den sehr kurzen Stiel deutlich ausgeprägt ist[1]). Die Blütenhülle wich

---

[1]) Dieser sekundäre Geschlechtsunterschied findet sich z. B. auch bei der dioecischen Cornacee *Torricellia*, wo die ♂ Blütenstiele ungegliedert, die ♀ gegliedert sind (H. HARMS in ENGLER-PRANTL, Pflzfam. III. 8. 268). Im

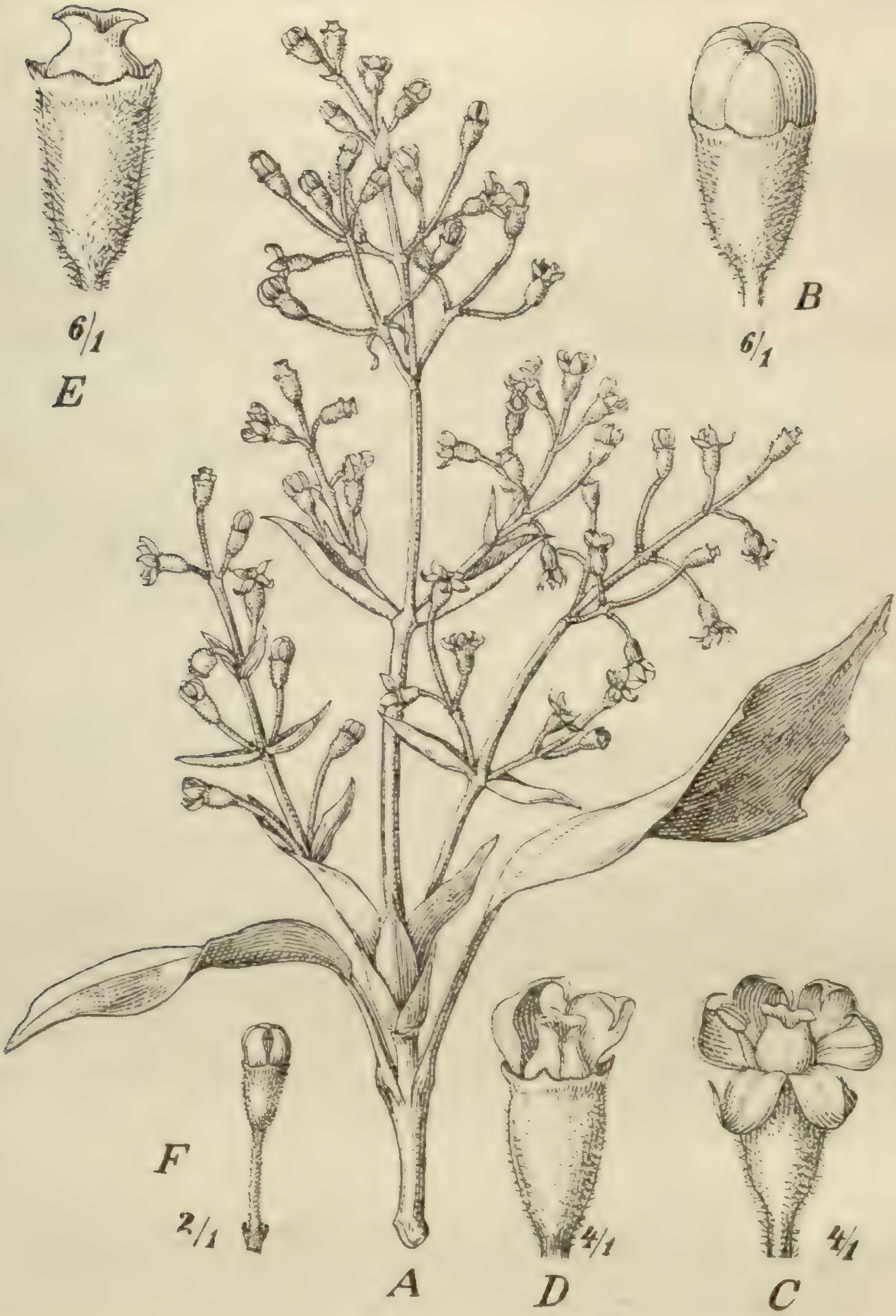


Abb. 1. *Aucuba japonica* Thunb. A Rispe mit abnormen Blüten. B Knospe. C Blüte mit 1 Staubblatt. D Blüte (nur 2 Blumenblätter gezeichnet). E Fruchtknoten mit 2spaltiger Narbe. F kleine, ältere Knospe.

Gegensatz dazu stehen Verhältnisse bei Euphorbiaceen und Urticaceen, wo nach GOEBEL (Organogr. 2. Aufl. (1913) 184) die kürzere Lebensdauer der männlichen Blüten gegenüber den weiblichen sich von vornherein schon darin ausspricht, daß der Blütenstiel mit einer Abbruchstelle ausgestattet ist (*Hevea* nach GOEBEL l. c. 166).

insofern von der Norm ab, als oft mehr als 4 Teile entwickelt waren; ich fand nämlich 4—6 Kelchzipfel und 4—6 Blumenblätter, letztere oft ungleich groß, mit relativ langer Spitze, und diese Spitzen waren oft in die Narbenrinne festgewachsen oder lösten sich nur schwer von ihr los. Das Merkwürdigste war aber die Narbe. Während wir bei der normalen ♀ Blüte eine einfache, schiefe, stumpfe, nach der Ventralseite des Fruchtknotens abschüssige Narbe haben, war in diesen abnormen Blüten die Narbe oft unregelmäßig 2—3zähnig, oder sie ging in 2—4 kleine Läppchen aus, bisweilen fand man auch zwei spreizende Narbenäste (Abb. E) von gleicher oder ungleicher Länge wie etwa bei Umbelliferen. Für gewöhnlich entbehrten die Blüten der Staubblätter; indessen fanden sich doch darunter einige Blüten, die 1 oder 2 gut entwickelte Antheren oder eine verkümmerte Anthere hatten (Abb. C). Nicht selten zog sich von der Narbenspitze eine seichte Furche auf der Ventralseite des breit kegelförmigen Discus bis zum Kelchsaum herab (vergl. Abb. D). Die Samenanlagen des einfächerigen Fruchtknotens fielen mir damals durch den dicken Funiculus auf; auch habe ich notiert, daß ich bisweilen zwei Samenanlagen in dem Fruchtknoten nebeneinander gefunden habe, nämlich dann, wenn zwei spreizende Narbenlappen entwickelt waren; die beiden die Mikropyle gegeneinander kehrenden Ovula konnten dann fast gleich groß sein oder eines davon war verkümmert. Normalerweise besitzt der einfächerige Fruchtknoten von *Aucuba* ein von der Spitze oder nahe der Spitze herabhängendes anatropes Ovulum an kurzem Funiculus, das die Mikropyle nach der Bauchseite des Fruchtblattes kehrt, auf der die schief abschüssige Narbenfläche liegt; die nur ein dickes Integument besitzende Samenanlage hat also eine dorsale Raphe, und ist als apotrop zu bezeichnen. Die Mikropyle liegt etwa in der Mitte des Körpers der Samenanlage gegen die Fachwand gerichtet, jedenfalls nicht, wie man annehmen möchte, etwa dicht am Funiculus weiter oben; dieser letztere zeigt übrigens oft, aber nicht immer, wenn er stärker verdickt ist, eine deutliche Abgliederung gegen die Samenanlage, und es sieht dann so aus, als ob über dem Ovulum eine Art „obturator" entwickelt sei[1]).

---

[1]) Die Samenanlage wurde zuerst von J. G. AGARDH (Theoria syst. pl. (1858) 303 t. 22 fig. 13—14) im wesentlichen richtig abgebildet und beschrieben (apotrope pendula). PAYER (Organogén. fleur, p. 419 t. 105) hat die Entwickelung der Blüte geschildert, ohne jedoch auf das Ovulum näher einzugehen. BAILLON hat die Samenanlage genauer beschrieben (Hist. pl. VII. (1879) 70; Adansonia V. (1865) 185); er spricht von einer Art „obturator"; jedoch liegt

Die Blätter des 1910 beobachteten Exemplars waren lanzettlich bis länglich mit einigen Zähnen und ziemlich langer Spitze (Abb A), einfarbig grün oder mit einigen wenigen hellen Flecken.

Die von mir dieses Jahr beobachteten abnormen Exemplare, deren Blätter ebenfalls grün sind oder nur wenige gelbliche Flecke zeigen, verhalten sich nun ganz ähnlich wie das oben genannte, nur daß ich bei ihnen niemals voll entwickelte Antheren fand; nur einigemale sah ich seitlich an einem Blumenblatt Andeutung eines verkümmerten Antherenfaches. Es liegt die Möglichkeit vor, daß diese Exemplare von dem des Jahres 1910 stammen, etwa aus Ablegern, ja es kann sogar eins davon mit dem früher beobachteten identisch sein, was ich aber jetzt nicht mehr nachweisen kann. Auch hier fand ich reichblütige herausragende Rispen, lange ungegliederte Blütenstiele (3—9 mm), deutlich entwickelten Fruchtknoten, meist Überzahl der Petala (oft 6 Blumenblätter, die oft nicht klappig aneinander schließen, sondern etwas einwärts gekrümmt sind und sich bisweilen etwas mit den Rändern decken), eine gelappte, gezähnte oder zweispaltige Narbe. Rein männliche Blüten habe ich bei diesen Pflanzen nicht gesehen; auch die kleinsten seitenständigen weniger entwickelten Blüten der Teildichasien haben einen dann allerdings winzigen Fruchtknoten (mit Narbe 2—3 mm lang). Die Samenanlagen dieser pseudomännlichen Blüten dürften kaum entwickelungsfähig sein; schon durch ihre grüne Farbe weichen sie von den bleichen normalen ab, dann durch ihre Dicke und Größe, ihren auffallend weiten Mikropylen-Kanal, der leicht auseinander klafft, und an dessen Grund ein oft ziemlich kleiner Nucellus sitzt. In kleineren jüngeren Blüten ragt der sehr kleine Nucellus am Ende des Ovulums heraus. Bisweilen sieht man auch eigentümliche Verwachsungsprodukte zweier Samenanlagen neben oder übereinander, wenn nämlich zwei getrennte, auseinanderspreizende Narbenäste vorhanden sind.

Der wesentliche Charakter der besprochenen abnormen Exemplare liegt darin, daß sie weibliche Blüten haben und daneben zugleich in bestimmten sekundären Geschlechtsmerkmalen den nor-

---

nur ein verdickter kurzer gegen die Samenanlage eingeschnürter und gegliederter Funiculus vor, die Mikropyle liegt nicht dort, wo der Funiculus endet, wie man nach der etwas unklaren Abbildung in Nat. Pflzfam. III. 8. 268 Abb. 85 E (wiedergegeben bei W. Wangerin im Pflanzenreich Heft 41, (1910) 39) vermuten könnte, sondern tiefer im Fache nach der Wand des Fruchtknotens zu.

malen männlichen Exemplaren ähneln, nämlich durch die reichblütigen herausragenden Rispen und die langen, nicht gegen den Fruchtknoten gegliederten Blütenstiele[1]).

Von den normalen ♂ und ♀ Exemplaren weichen sie durch die Neigung zur Ausbildung von mehr als 4 Blumenblättern (es kommen auch nicht allzu selten 5zählige ♂ Blüten vor) ab, von den normalen ♀ sind sie durch die Lappen- oder Zähnchenbildung an der Narbe, oder die Zweispaltigkeit der Narbe, durch die oft auftretende Furche des recht dicken Griffelpolsters, die sich von der schiefen Narbenfläche zum Kelchsaum zieht, durch die dicken auffallend grünen Samenanlagen mit weitem Mikropylen-Kanal verschieden. Der reichliche Chlorophyllgehalt der Ovula und der dicke Funiculus deuten darauf hin, daß wir einen Vergrünungsvorgang in seinem Beginne vor uns haben; das gelegentliche Vorkommen verkümmerter Staubbeutel am Rande der Blumenblätter läßt vermuten, daß ursprünglich sonst zu Staubblättern bestimmte Anlagen sich in Blumenblätter verwandelt haben.

Nach O. PENZIG (Pflanzen-Teratologie I. (1890) 528) sind hermaphrodite Blüten bei *Aucuba* nicht selten. Ich selbst habe zwitterige Blüten mit normaler Ausbildung der Organe noch nicht gesehen, und ich möchte vermuten, daß sich unter den bisherigen Angaben über Zwitterblüten vielleicht manche auf solche Abnormitäten beziehen, wie ich sie eben beschrieben habe. Leider sind die Beschreibungen der Blüten bei den Autoren, die hermaphrodite beobachtet haben wollen, meist nur unvollständig und erlauben keinen sicheren Schluß. CH. LEMAIRE (Illustr. hortic. (1866), Mai, Miscell. t. 480) hat wohl zuerst hermaphrodite Blüten beobachtet, bei einem in Gent kultivierten Exemplar, das aus Samen einer gewöhnlichen ♀ Pflanze stammte; er erwähnt: „une panicule thyrsoide luxuriante, dont toutes les fleurs étaient hermaphrodites, ainsi que nous l'avons constaté, ovulo nudo v. lente armato! Quatre étamines parfaitement constituées flanquaient donc un style également normal, et dont le stigmate nous a paru même un peu plus large et légèrement lobé.“ Die letzte Angabe von einer gelappten Narbe macht mich stutzig und läßt auf einen ähnlichen Fall wie den oben beschriebenen schließen. — Wie ED. MORREN (L'origine des variétés sous l'influence du climat artificiel des jardins (1866) 7) auseinandergesetzt hat, wurden damals gerade ungefähr gleichzeitig außerdem noch zwei Fälle von Zwitterblüten bei *Aucuba japonica* beobachtet, einer in London (Revue Hortic. (1867) 7; Gard. Chron. (1866) 537, 1167), und dann hat MORREN selbst in Liège einen solchen beobachtet. Das in London gezeigte Exemplar war übrigens ein Sämling, der noch die Keimblätter trug. MORREN meint, der Hermaphroditismus sei auf den allgemeinen Einfluß des künstlichen Klimas der europäischen Gärten zurückzuführen; daß es in Japan zwitterige Exemplare gebe, hatte man jedenfalls bis dahin nicht vernommen, und auch jetzt fand ich keine dahingehende Angabe.

---

[1]) Bei den ♀ Blüten findet man gewöhnlich an der Gliederungsstelle des Stieles oder etwas unterhalb 2 gegenüberstehende Brakteolen, die später bald abfallen, oder dann ihre später bräunlichen Narben, in deren Achseln nicht selten noch vertrocknete bräunliche Rudimente von Blütenknospen bemerkt werden. — Auch die Stiele der ♂ Blüten haben dicht über dem Grunde oder etwas oberhalb winzige Narben von 2 gegenständigen oder fast gegenständigen Brakteolen und in deren Achseln nicht selten verkümmerte vertrocknete bräunliche Blütenrudimente; bisweilen treten weiter oberhalb oft

Ganz kurz wird auf hermaphrodite Exemplare in Journ. of Bot. X. (1872) 211 hingewiesen. M. T. MASTERS (Pflanzenteratologie, übersetzt von U. DAMMER (1886) 227) hat ebenfalls zwitterige Blüten bei unserer Art gesehen. Wichtiger sind die Mitteilungen von LOMBARD-DUMAS (in Bull. Soc. bot. France LI. (1904) 210). Dieser Autor hat bei *Aucuba japonica* einen Geschlechtswechsel beobachtet. Alte männliche Individuen veränderten sich plötzlich in weibliche, die aber dann keine Früchte trugen. Von einem und demselben männlichen Strauch nahm er zwei Ableger. Davon entwickelte der eine kleine Inflorescenzen weiblicher Blüten, behielt aber sonst sein männliches Aussehen; der andere bildete große Rispen mit ♂ Blüten. Dieser letztere Strauch nun brachte, nachdem er im Jahre vorher noch ausschließlich ♂ gewesen war das nächste Jahr gleichzeitig neben zahlreichen hermaphroditen Blüten einige ♂ Blüten ohne Pistill mit 4 Staubblättern, außerdem

---

dicht unter der Blüte noch 2 weitere Brakteolen oder ihre Narben auf, so besonders bei den Endblüten der die Rispe bildenden Teildichasien. — Die Stiele der abnormen Blüten verhalten sich ganz so wie die der ♂. — Nach W. WANGERIN (Pflanzenreich, Heft 41 (1910) Corn. p. 38) sollte man einen sekundären Geschlechtsdimorphismus in den Blütenstielen bezüglich der Ausbildung der Vorblättchen vermuten (Flores masculi pedicellis 3—5 mm longis haud bracteolatis apice non articulatis stipitati; und: Flores feminei pedicellis 2—3 mm longis 2-bracteolatis infra ovarium articulatis stipitati); indessen kann ich darin keinen wesentlichen Unterschied finden, dagegen sehr wohl in der Gliederung des ♀ Stieles und deren Fehlen beim ♂ (vergl. H. HARMS in ENGLER-PRANTL, Pflzfam. III. 8. 269).

Blüten mit je nur 3, 2 oder 1 Staubblatt und schließlich noch am Ende der Rispenzweige einige wenige ausschließlich ♀ Blüten, die an Stelle des fehlenden Ovariums nur eine leichte Anschwellung unter jeder Blüte zeigten, jedoch eine bald normale, bald zweispaltige oder bisweilen sogar dreispaltige Narbe von der Form eines zurückgekrümmten Horns trugen. Interessant ist für mich besonders die letzte Beobachtung über die Narbe; darnach handelt es sich doch wohl auch in jenem Falle um ähnliche abnorme Blütenformen wie die von mir beschriebenen. Allerdings will LOMBARD-DUMAS[1]) kein Ovarium an seinen Blüten gesehen haben, während ich ein solches an den Rispen, die ich geprüft habe, stets fand. Die Beobachtungen von LOMBARD-DUMAS lassen sehr wohl den Schluß zu, daß ursprünglich normale männliche Exemplare sich plötzlich in pseudo-männliche verwandeln; ich möchte dagegen Zweifel äußern, ob es sich wirklich um eine Umwandlung des männlichen Geschlechts in normales weibliches Geschlecht handelt. Früchte habe ich an den pseudo-männlichen Exemplaren nicht beobachtet. Gelegenheit zur Bestäubung war diesmal reichlich gegeben, da in der Nähe 3 reichlich blühende ♂ Exemplare standen. Die abnormen Blütenstände welken offenbar später ab, wie die männlichen.

Bei Gelegenheit der Besprechung dieser abnormen Blüten möchte ich noch die in mancher Hinsicht interessante Geschichte der Einführung[2]) dieser jetzt bei uns allgemein verbreiteten Pflanze berühren. *Aucuba japonica* Thunb., zuerst von E. KAEMPFER in Japan beobachtet, soll zuerst im Jahre 1783 von einem gewissen JOHN GRAEFFER (oder GRAEFER; nach Act. Hort. Kew. III. (1789) 335) in Europa eingeführt worden sein (nach Bot. Magaz. (1808) t. 1197 u. (1865) t. 5512) und zwar in einer weiblichen Pflanze mit den bekannten gelblich gefleckten Blättern. Von dieser einen Pflanze leiteten sich wahrscheinlich die zahlreichen in Europa und Amerika kultivierten Exemplare ab; erst 1860 gelang es dem englischen Sammler ROBERT FORTUNE (vergl. Gard. Chron. (1864) 292 und NAUDIN in Revue hortic. XXXV. (1863) 152) die ♂ Pflanze in einer nicht gefleckten, sondern einfarbig grünen Form einzuführen. Die in Europa kultivierte ♀ Form mit panaschierten Blättern soll über 80 Jahre lang ihre Form beibehalten haben. Nach NAUDIN (Revue hortic. XXXVI. (1864) 124) wurden die korallenroten Früchte in Europa zum erstenmale im Jahre 1864 beobachtet, und zwar in England in den Gärtnereien von Mr. STANDISH bei London, der die kurz vorher eingeführten ♂ Exemplare zum Blühen gebracht hatte und nun mit ihrem Pollen die bis dahin stets steril gebliebenen ♀ Blüten der panaschierten Form befruchten konnte (Gard. Chron. (1864) 243). Man hat bisweilen vermutet, daß die Pflanze auf parthenogenetischem Wege ihre Früchte erzeuge (vergl. H. WINKLER, Parthen. (1908) 55); die obige Erfahrung, daß sie bei uns vor der Einführung der ♂ Pflanze stets unfruchtbar geblieben ist, würde gegen diese Vermutung sprechen, immerhin aber bedürfte die Frage noch der Nachprüfung[1]. — LOMBARD-DUMAS behauptet, daß die männlichen Pflanzen ein üppigeres Wachstum und größere, reichlich gelbfleckige Blätter haben, während die weiblichen Sträucher kleinere, stets grüne Blätter haben sollen. Dies trifft jedoch nicht zu, wenigstens nicht bezüglich der Ausbildung der Blattflecke. Denn die zuerst eingeführte panaschierte Form war ja ♀, und ebensogut gibt es ♀ Exemplare mit völlig grünen Blättern, wie sie die in Bot. Magaz. t. 5512 und in Illustr. Hortic. (1864) t. 399 abgebildeten Pflanzen zeigen und ebenso die var. *concolor* Regel in Gartenfl. XXV. (1876) 67 t. 859. Die Blattmerkmale haben offenbar mit dem Geschlecht der Pflanzen nichts zu tun; im Wuchse und in der Blattgröße konnte ich an den Dahlemer Pflanzen keinen Geschlechts-Unterschied bemerken. Auch NAKAI (in Bot. Magaz. Tokyo XXIII. (1909) 42), der eine ganze Anzahl nach der Färbung und Form der Blätter unterschiedene Formen aus Japan aufzählt, erwähnt nichts davon, daß etwa die Geschlechter darin sich unterscheiden. W. WANGERIN hat die Gliederung in Formen ganz unterlassen (Pflanzenreich, Heft 41 (1910) 40). Schon R. FORTUNE (Gard. Chron. (1864) 293) spricht von der großen Veränderlichkeit der wilden Pflanze in

---

[1]) Vergl. auch meine Angaben über diesen und andre Fälle von Geschlechtsumschlag, besonders bei Weiden, in Naturwiss. Wochenschrift 1909, Nr. 42.

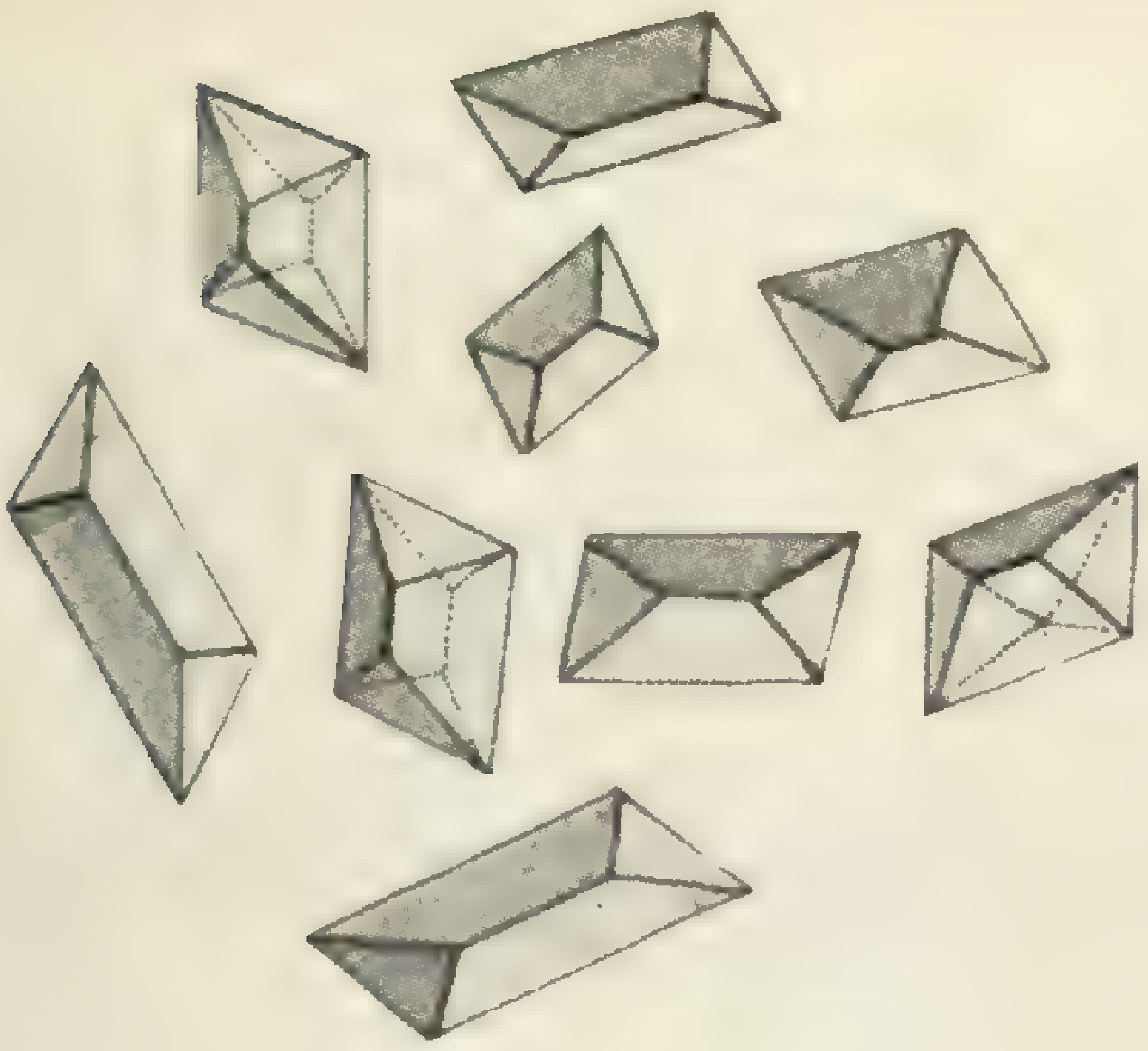
[2]) In Gard. Chron. XVIII. (1882) 713 erzählt die Pflanze persönlich ihre Schicksale in Europa und ihre spätere Heirat mit dem von FORTUNE ihr zugeführten Manne! Vergl. besonders CH. LEMAIRE in Illustr. Hortic. (1864) t. 399.

---

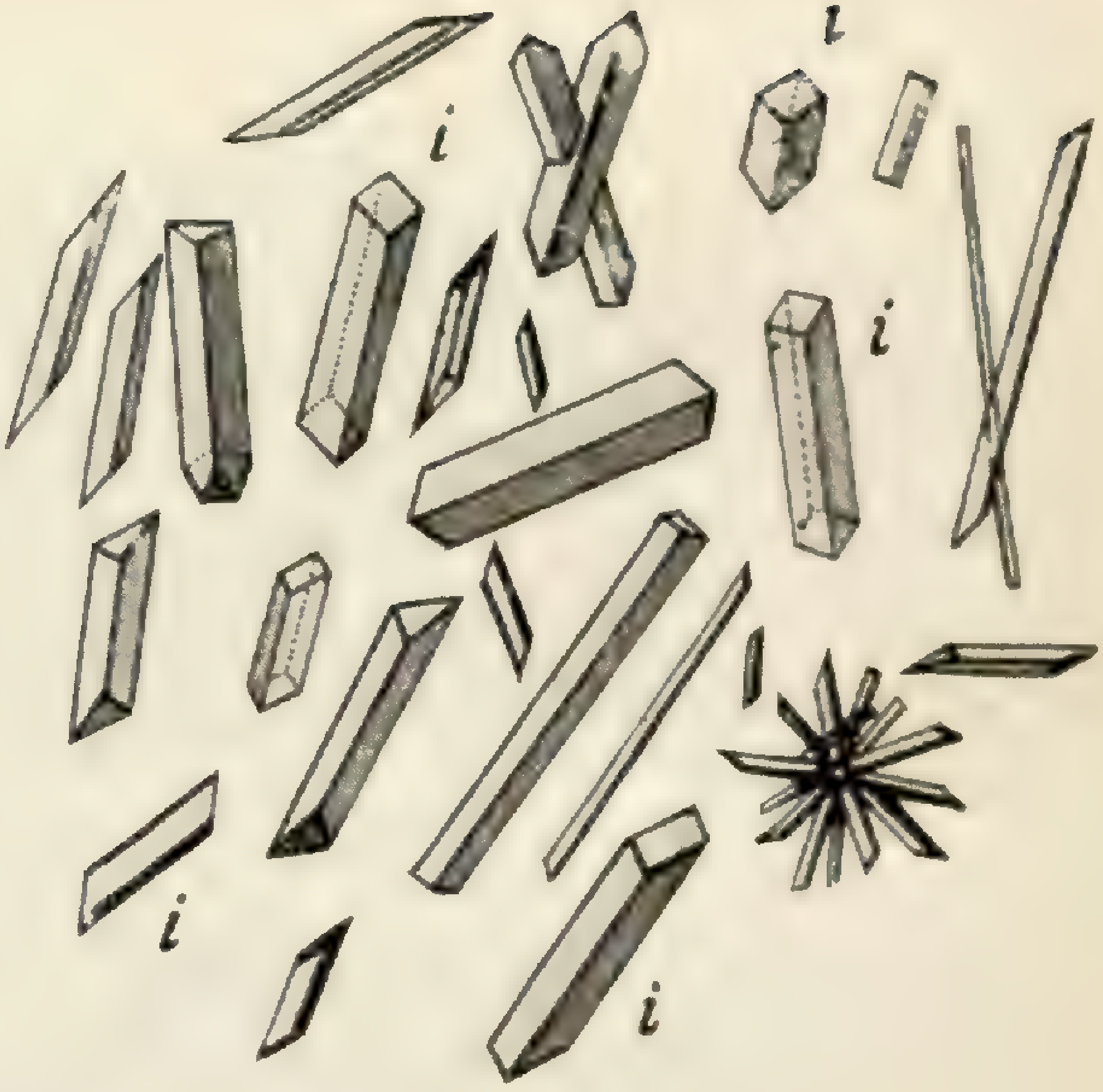
[1] Nach W. E. HART in Journ. of Bot X. (1872) 154 kommt Fruchtbildung bei *A. j.* vor, auch wo ♂ Pflanzen in der Nähe fehlen. — Übrigens blühen nach mehreren Angaben die ♂ Pflanzen unter sonst gleichen Umständen etwas früher als die ♀; bei uns kann man dies nicht beobachten, wohl aber im westlichen Europa, wo der Strauch im Freien aushält.

Japan, wo kaum ein Exemplar dem andern gleiche. Vergl. auch A. REGEL in Gartenflora XVI. (1867) 212 (dies ist die erste Aufzählung der Kulturformen, deren 11 unterschieden werden) und G. BELLAIR, Variations de la panachure dans le genre *A.* (Revue hortic. LXXVIII. (1906) 564).

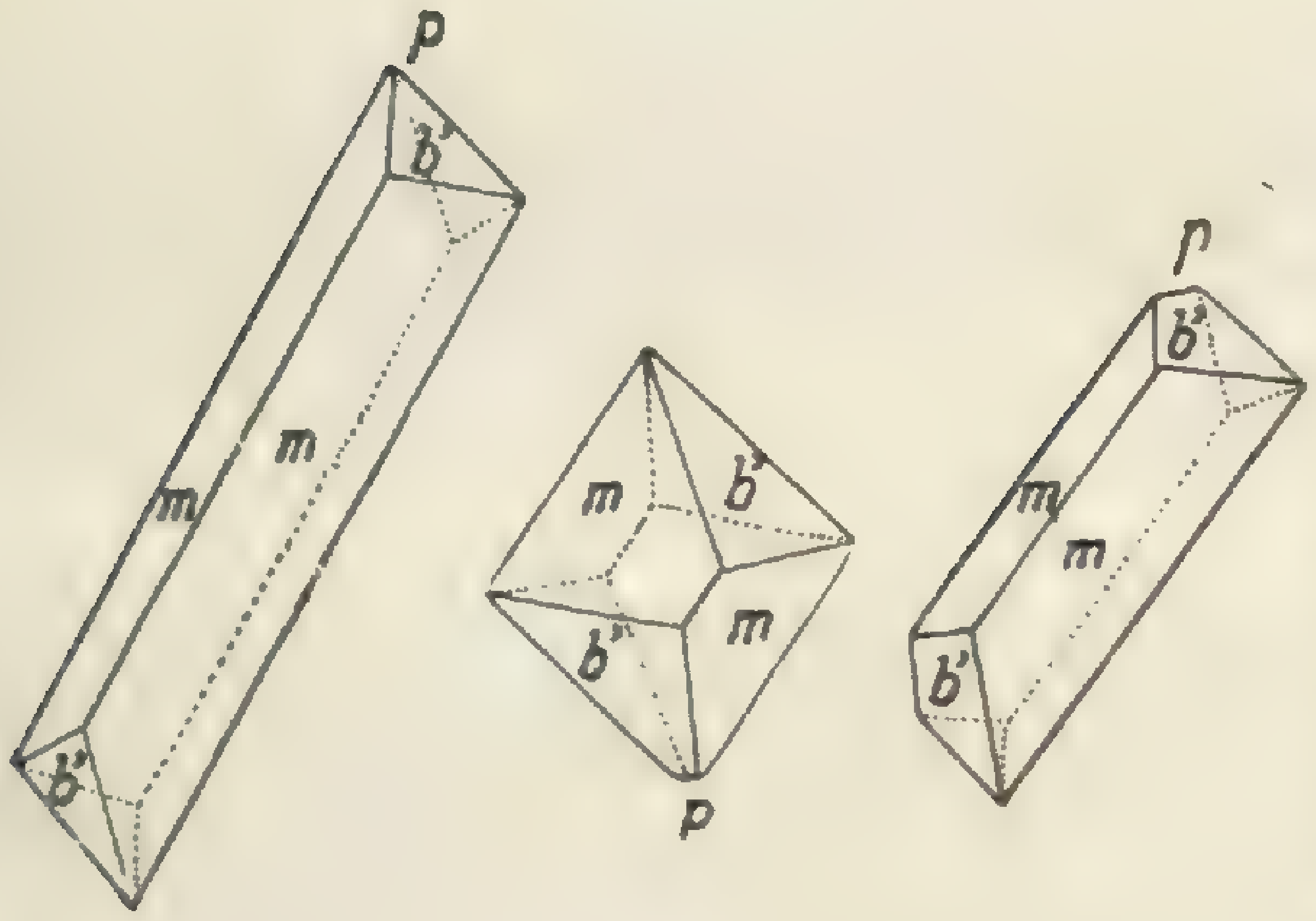
Frau M. BIEDERMANN spreche ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank aus für die freundliche Anfertigung der Abbildung.



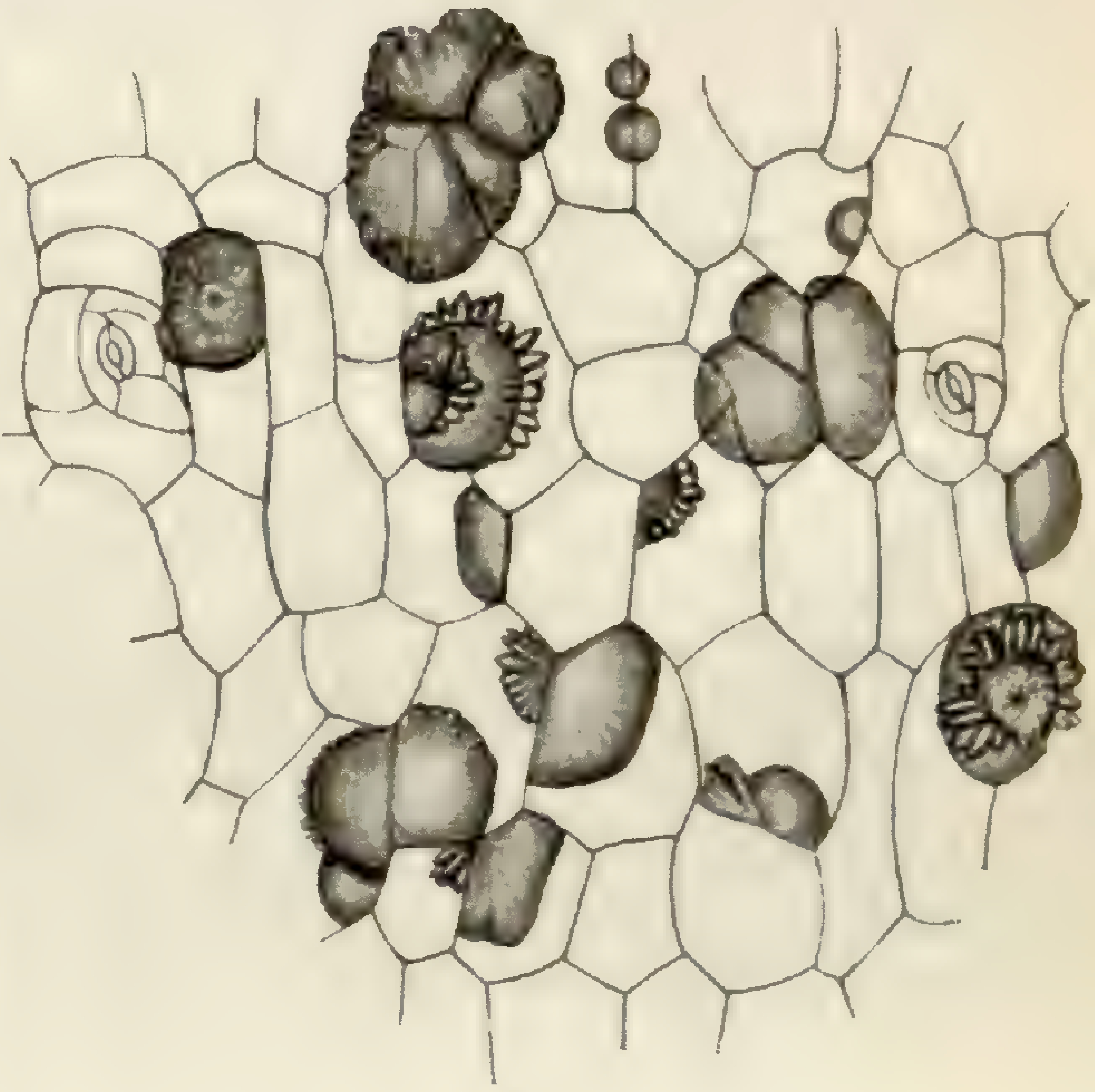
1



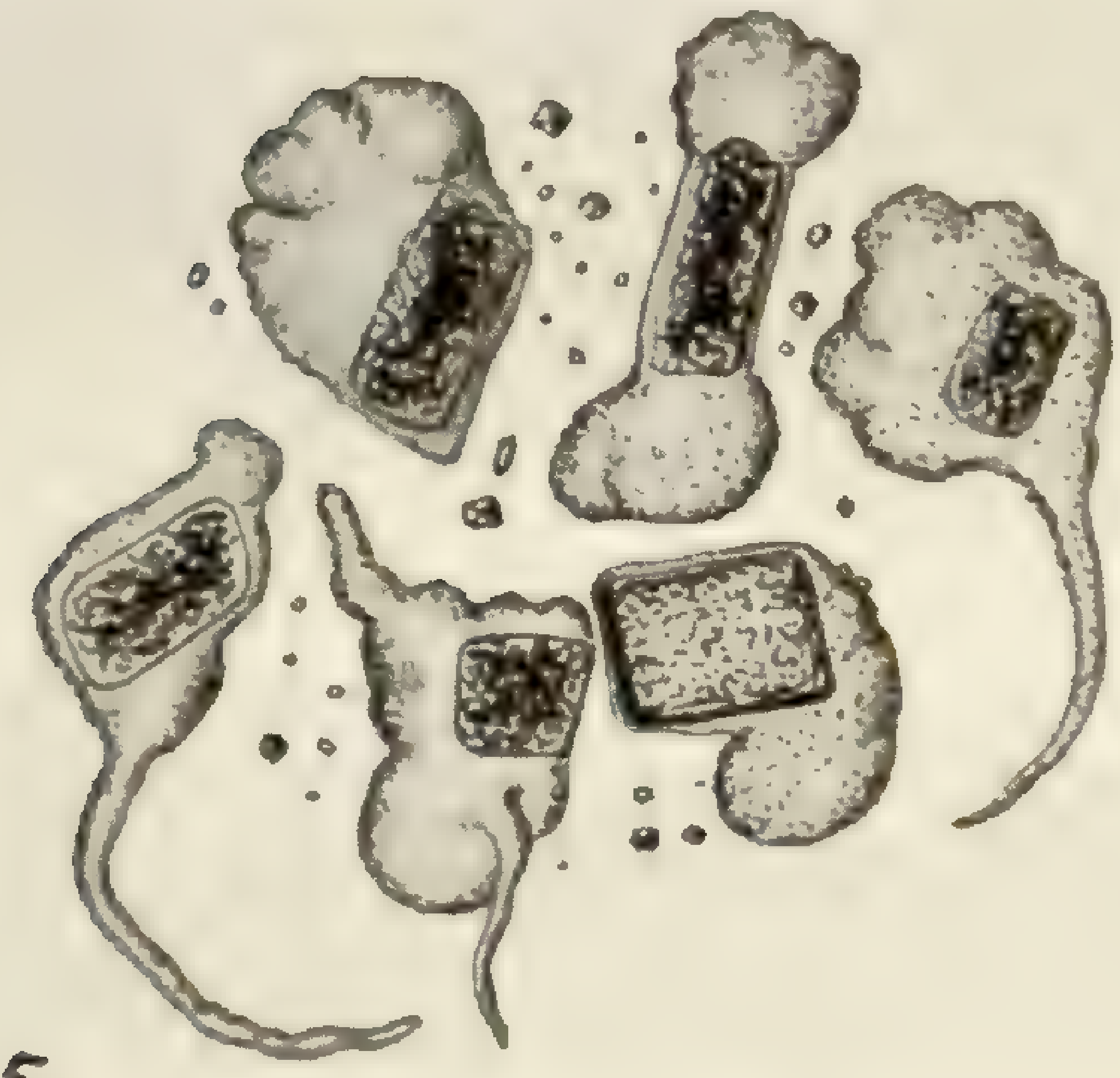
2


p
b'
m
m
b'
m
b'
b''
m
p
p
b'
m
m
b'

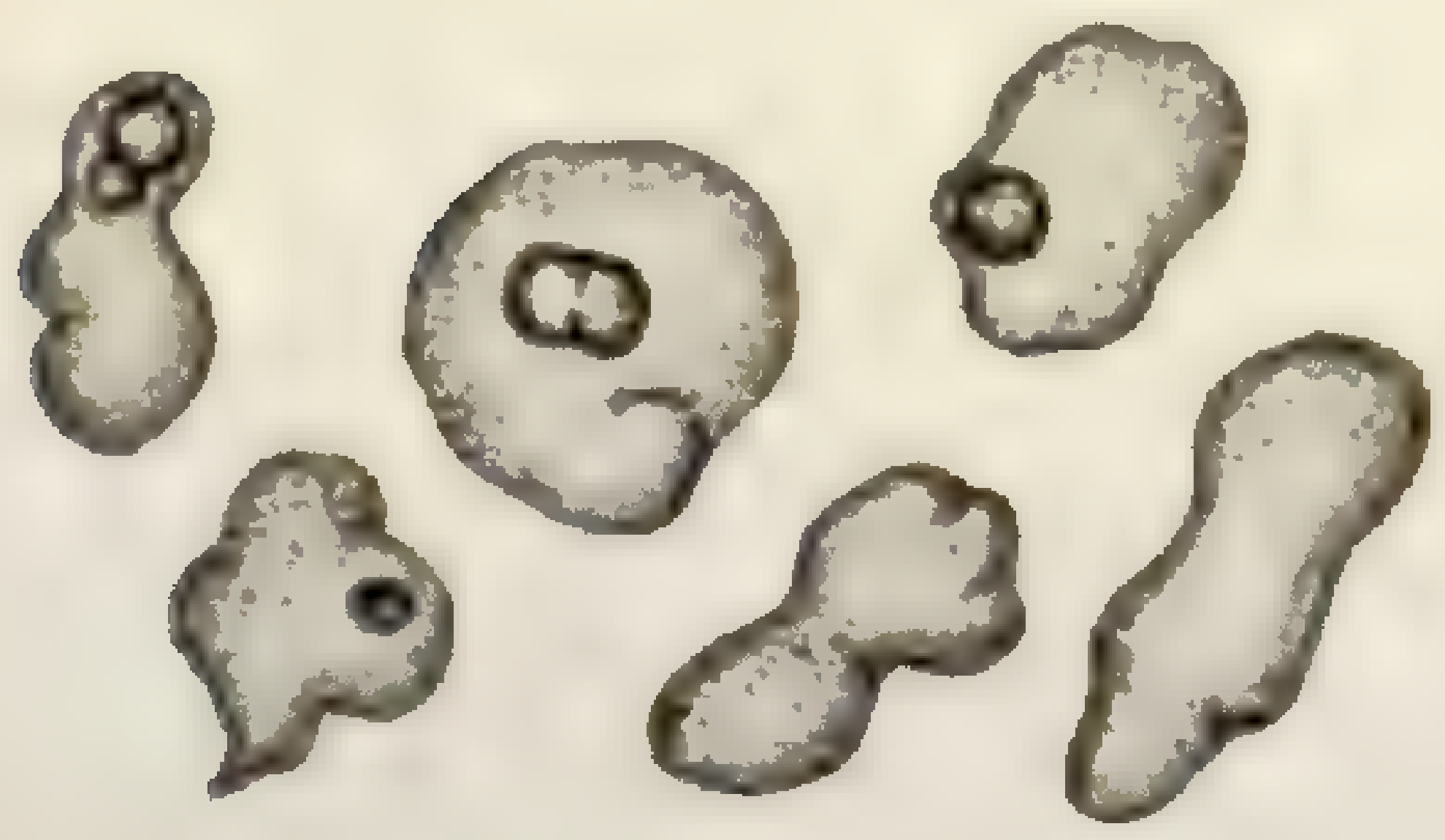
3

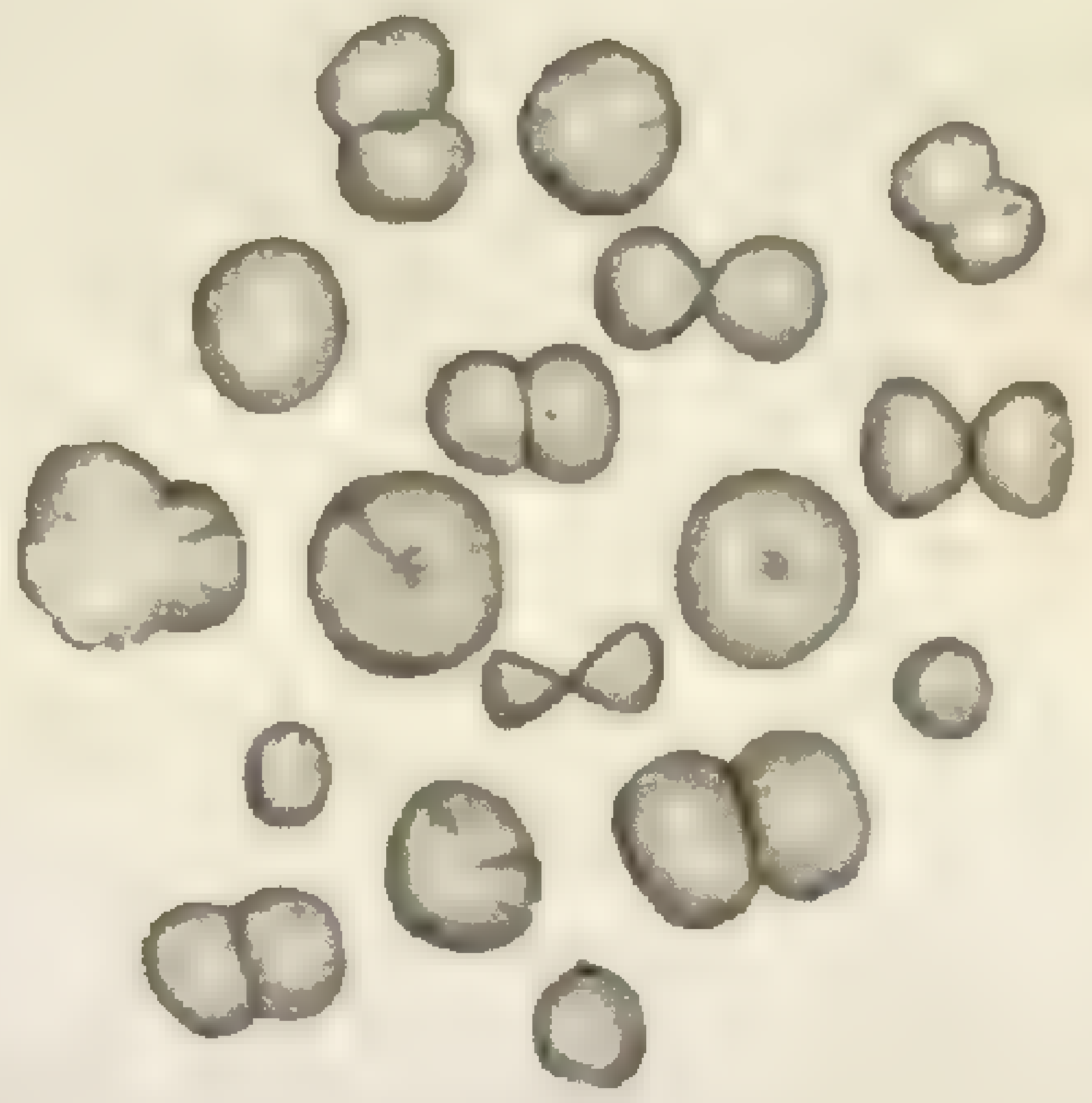


6.



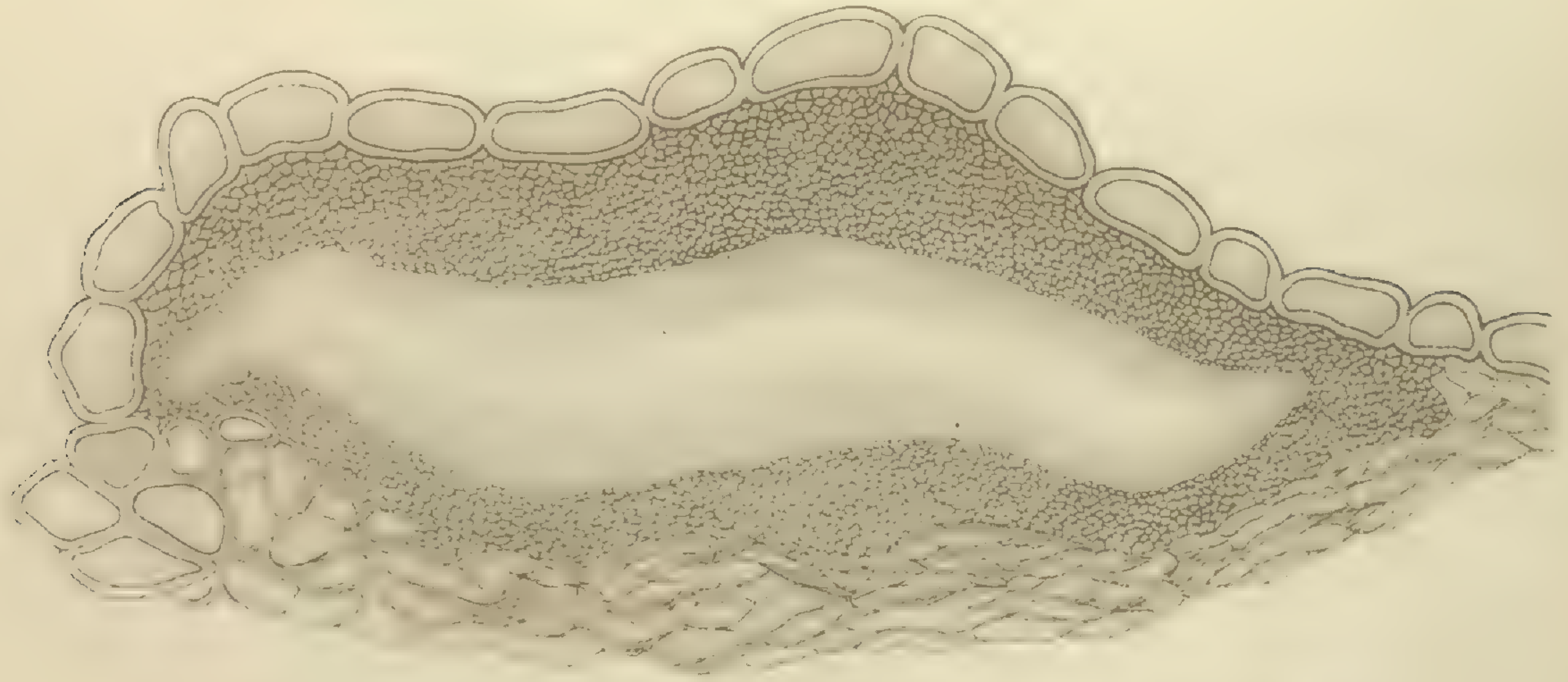
5.

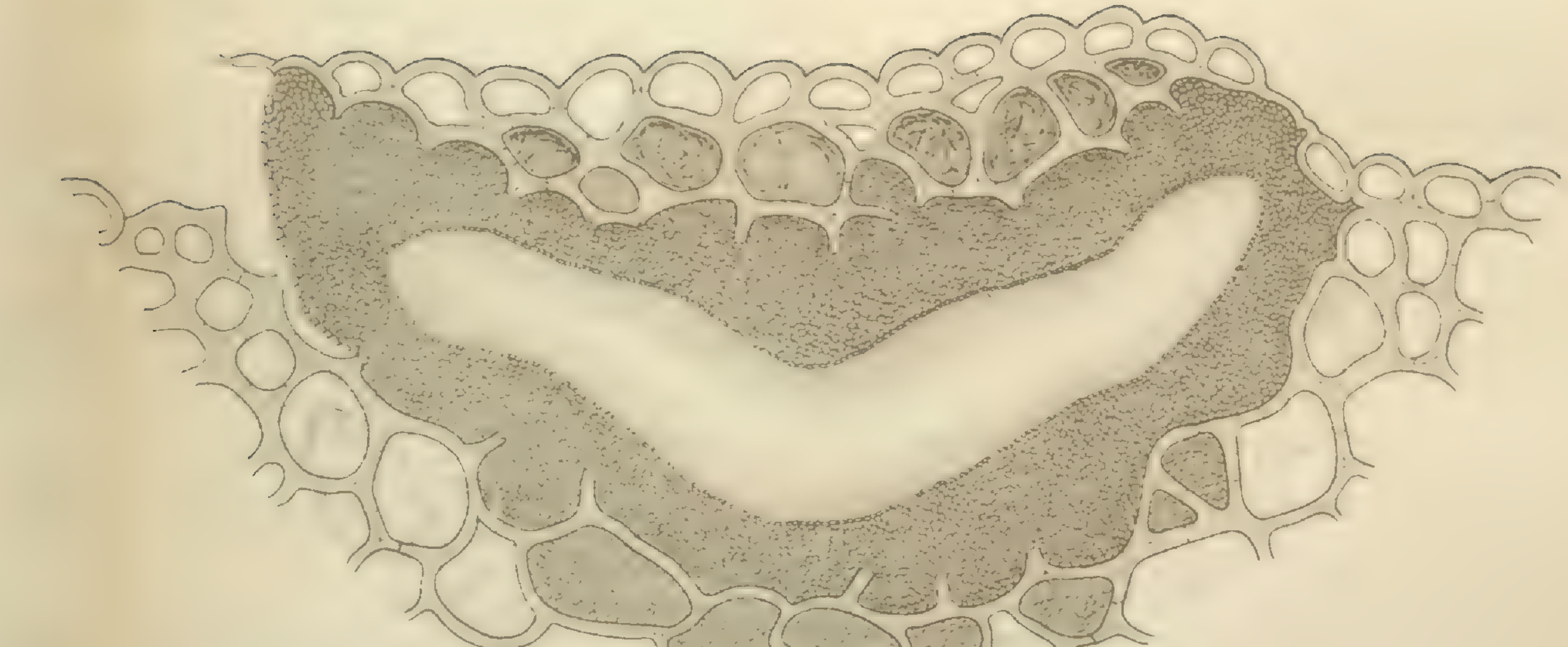


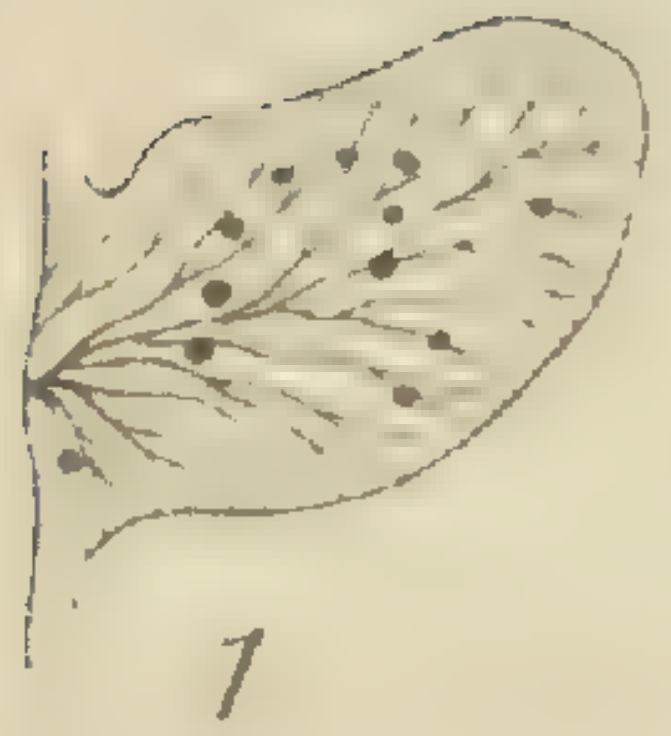


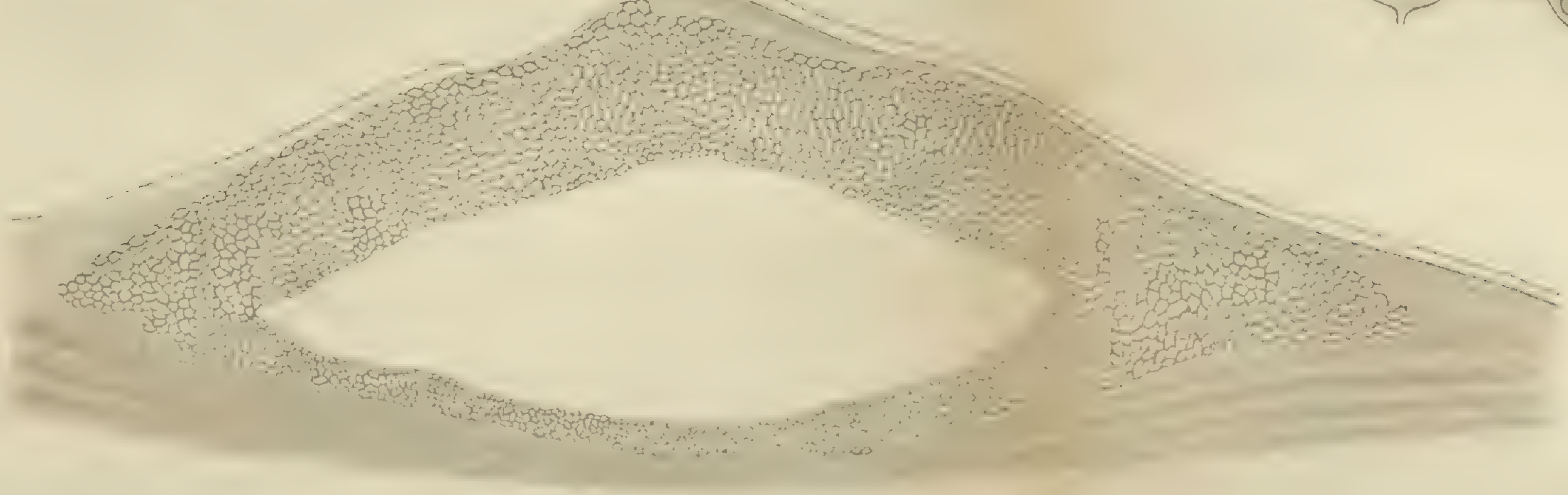
4

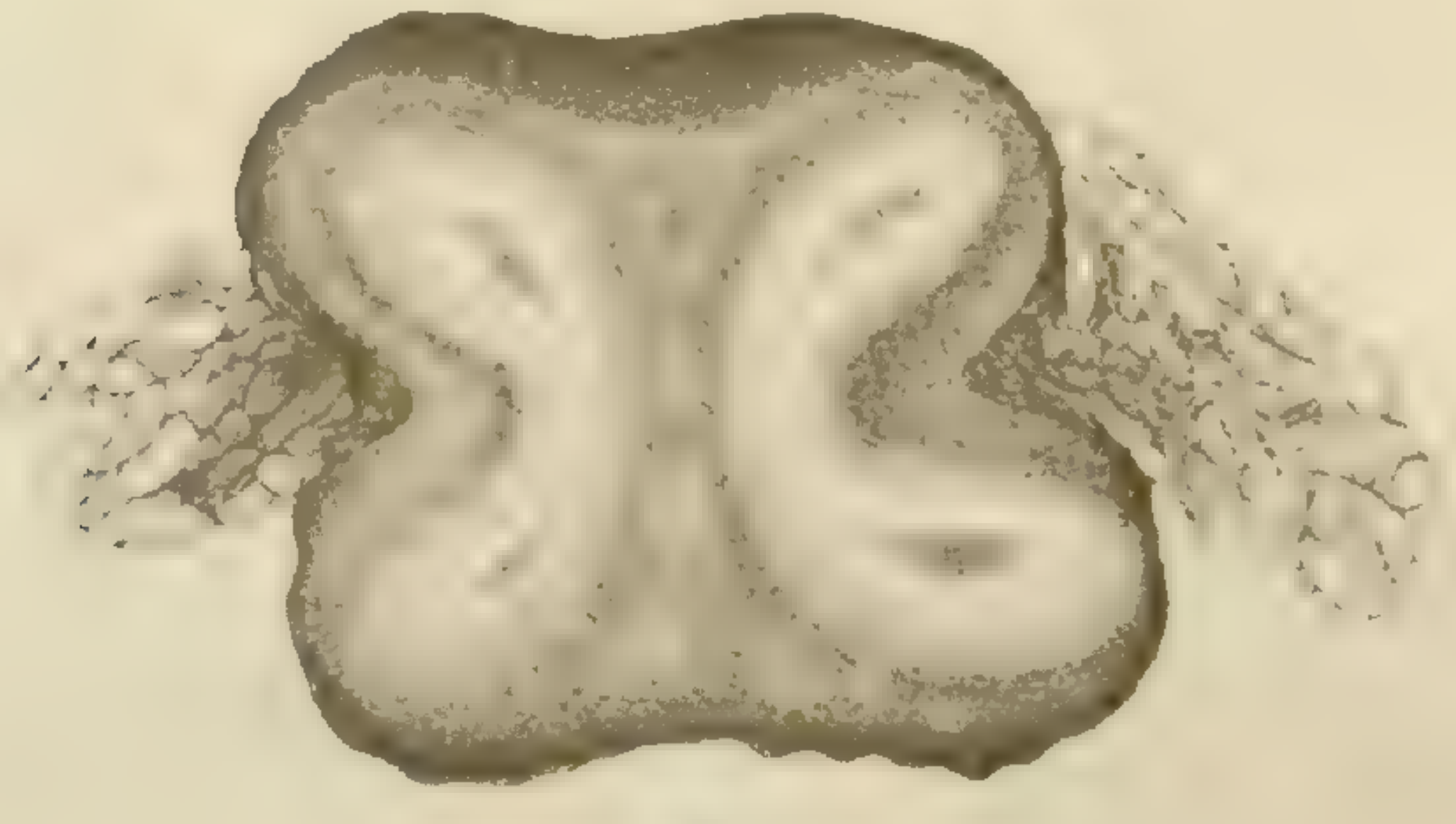
Gicklhorn et Molisch delin.

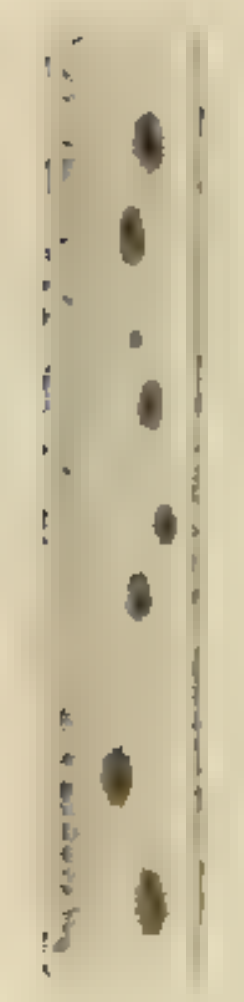

2

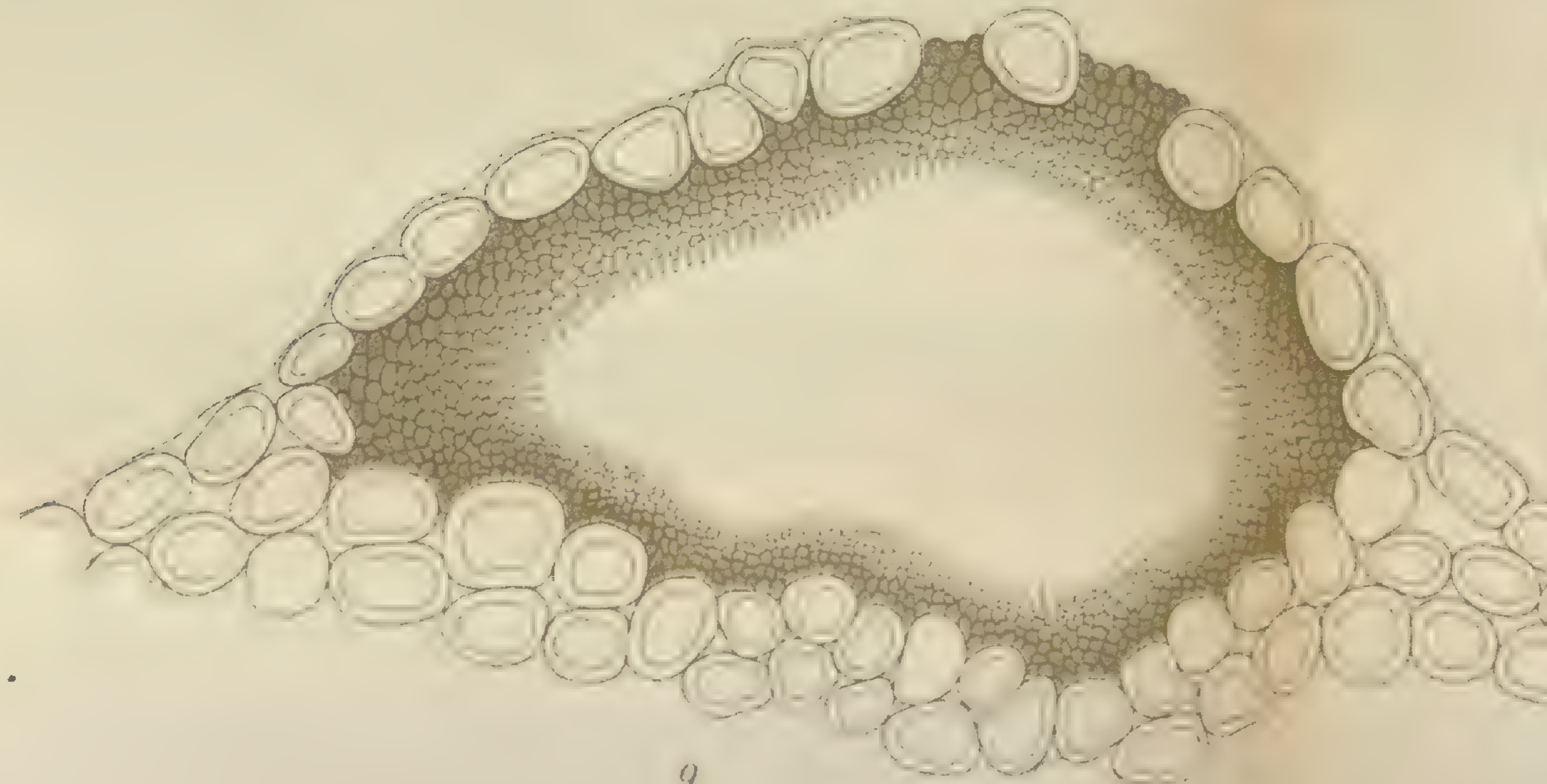

4

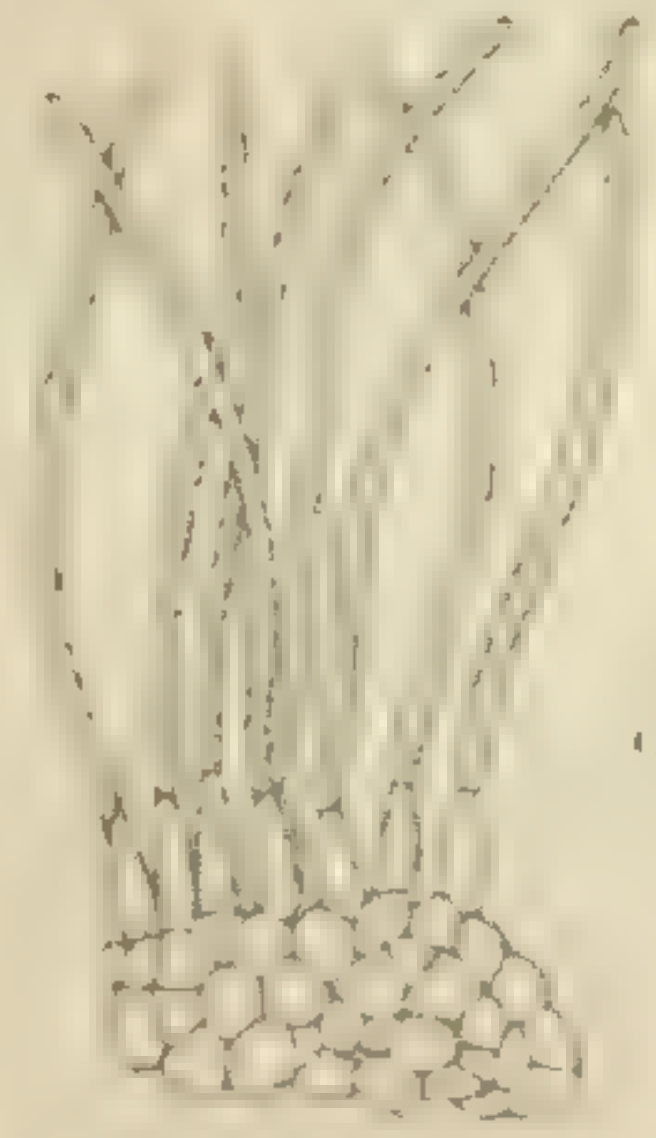

1

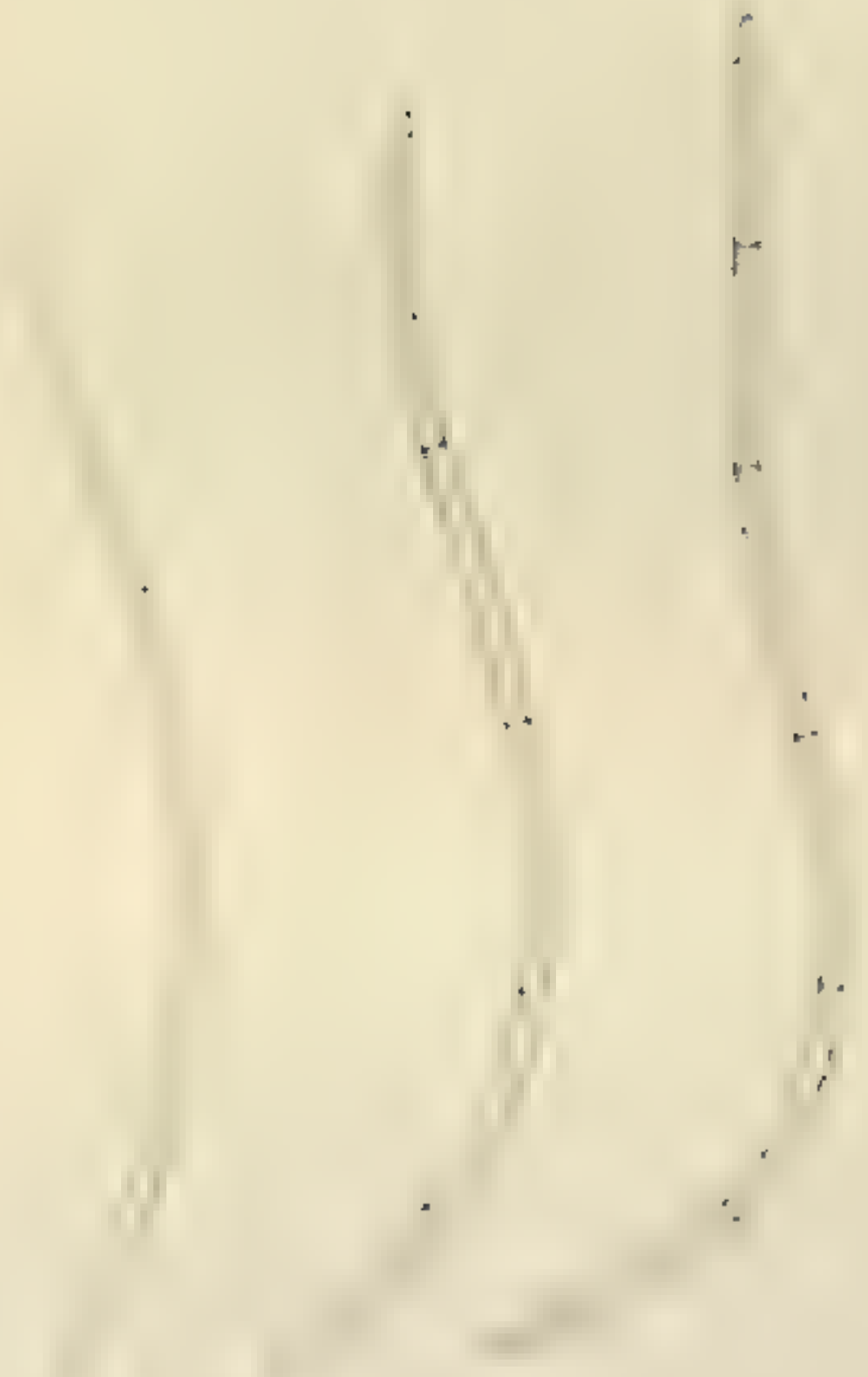

10

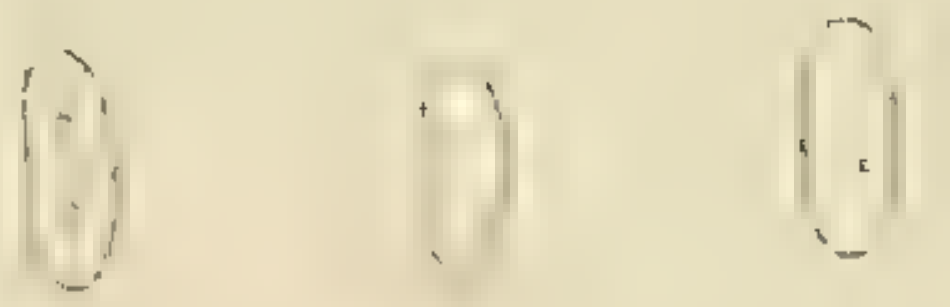

7

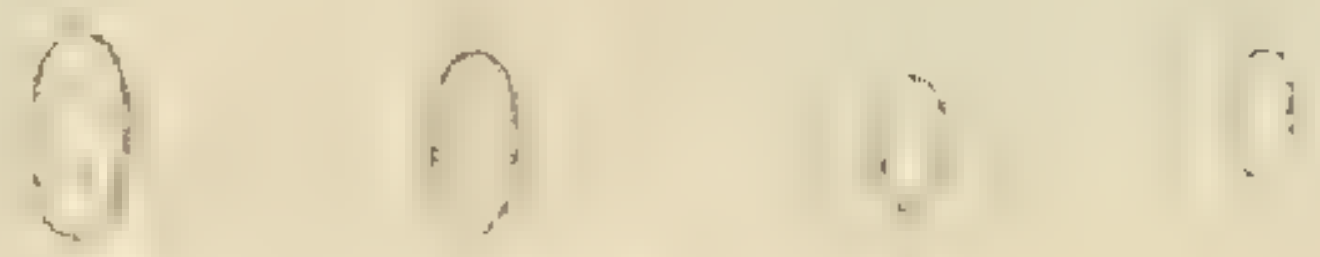

3

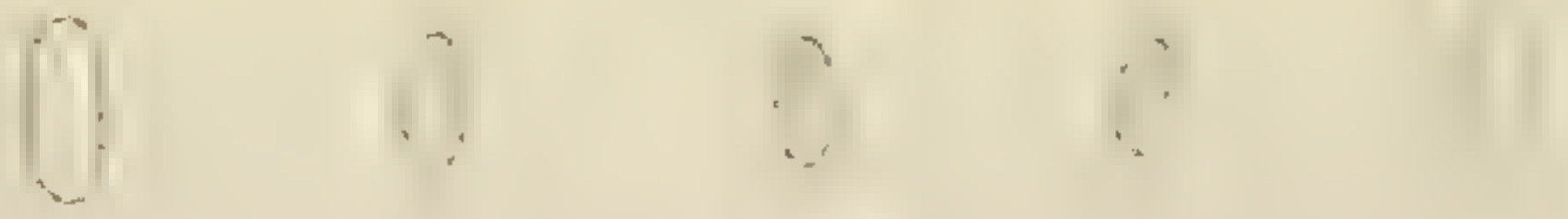

9

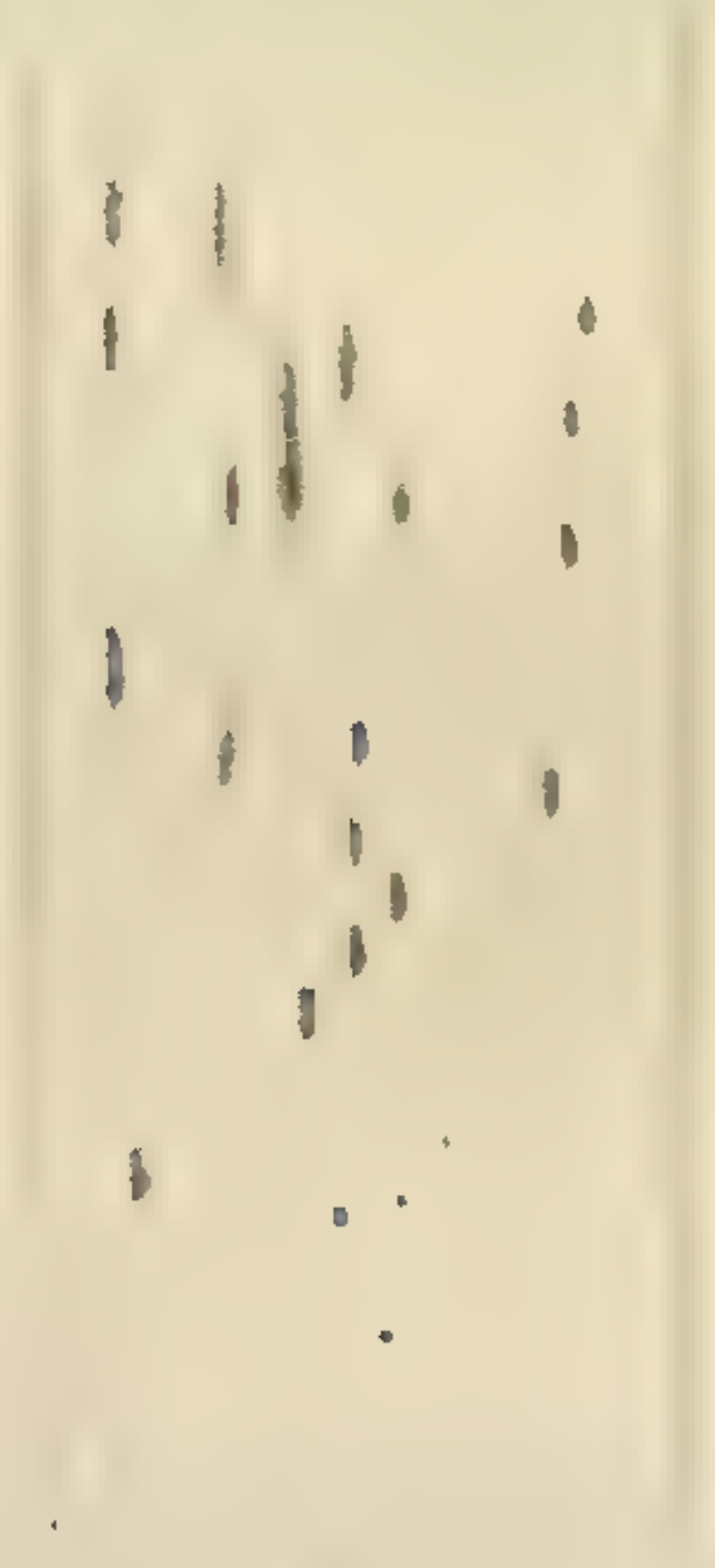

5


6

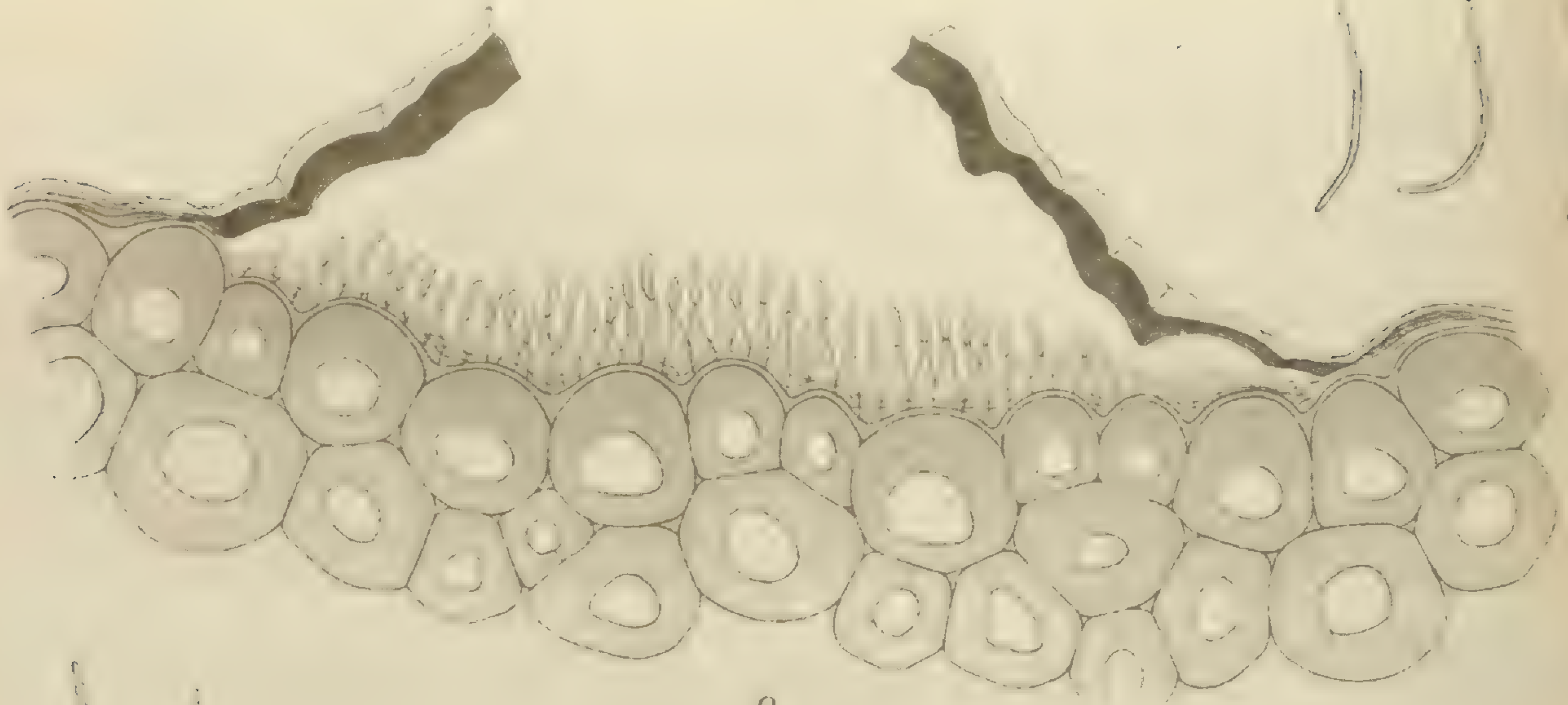

11

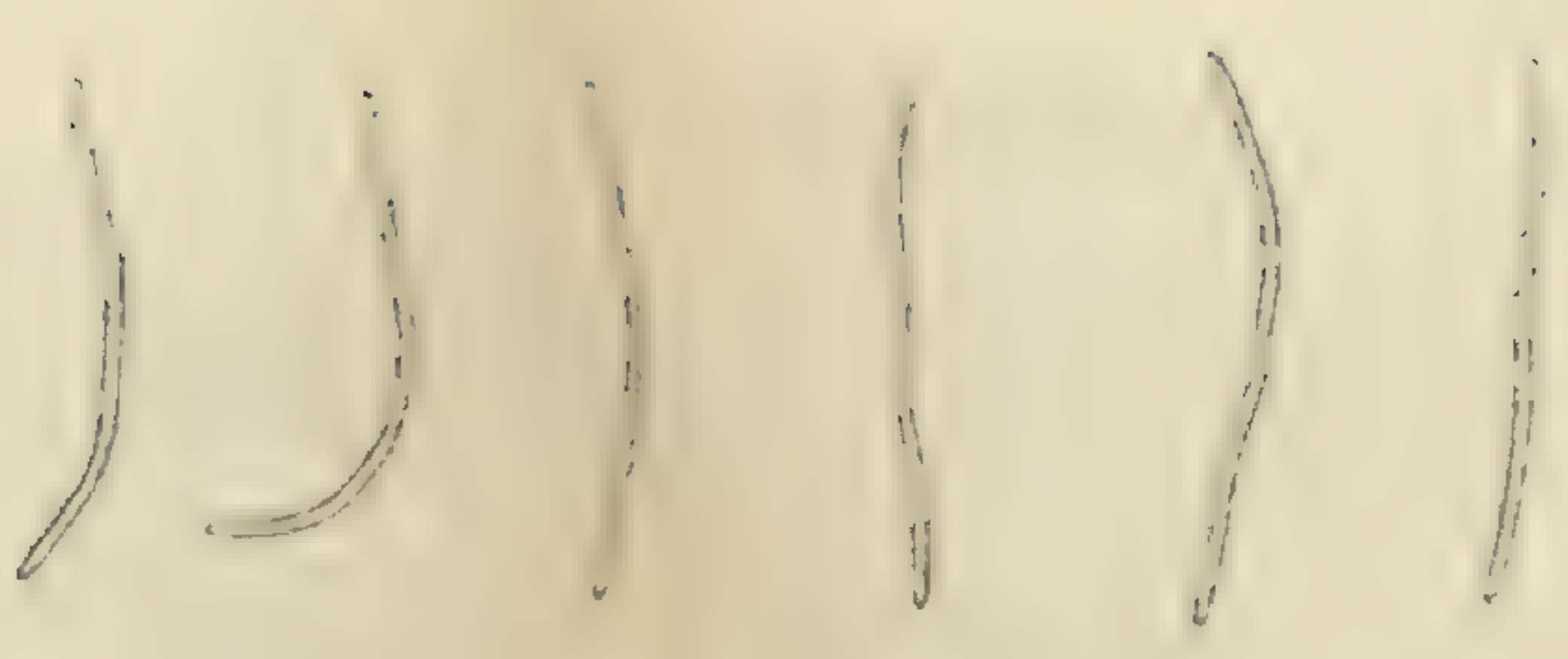

12

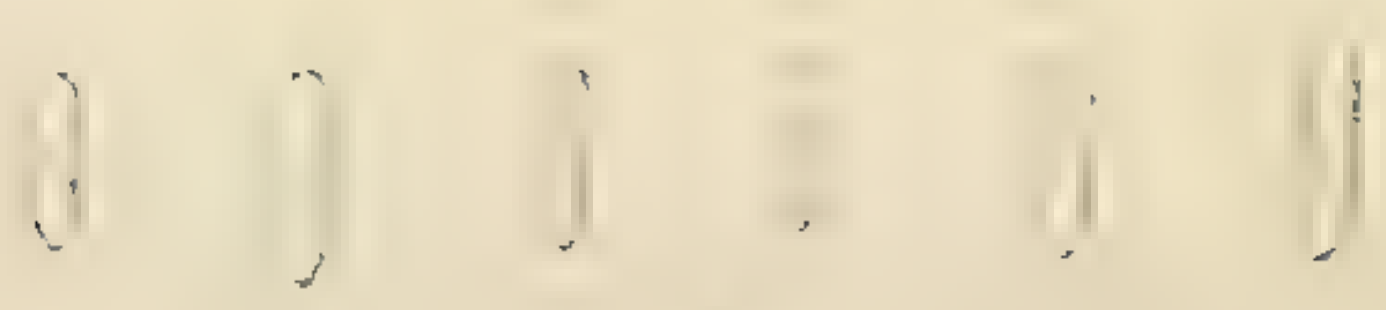

13

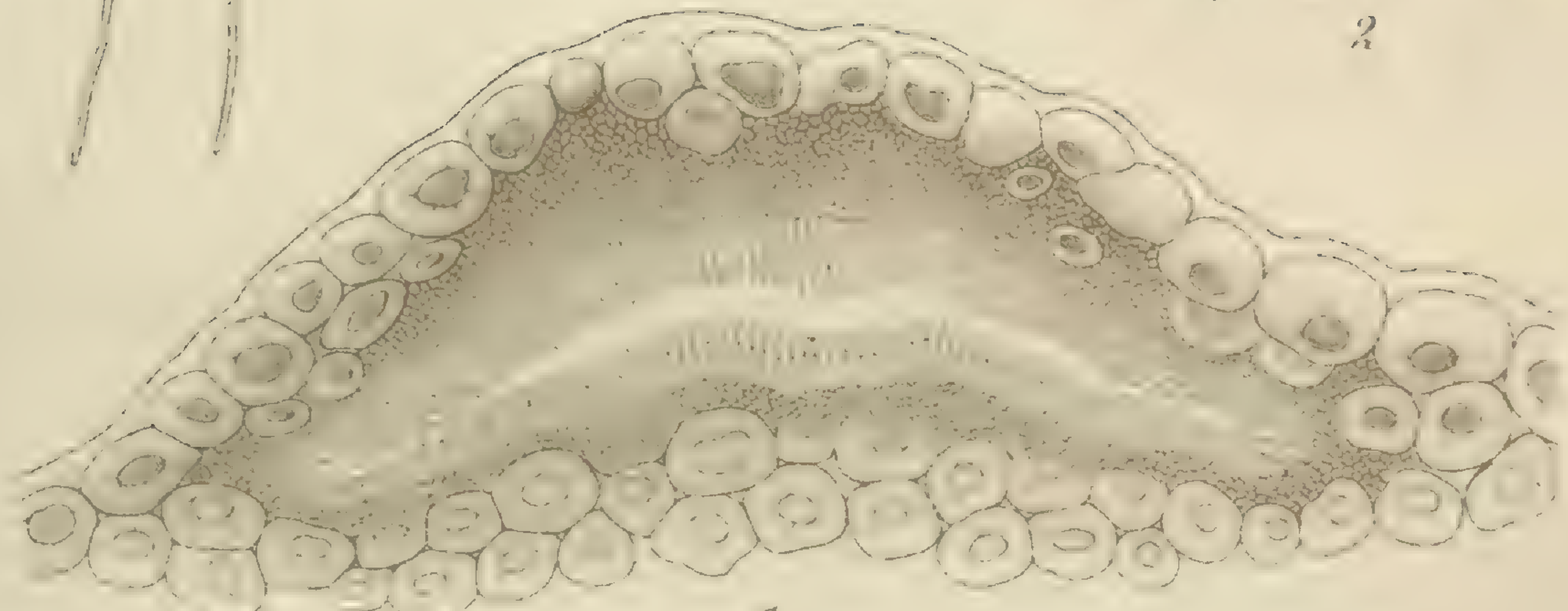

8

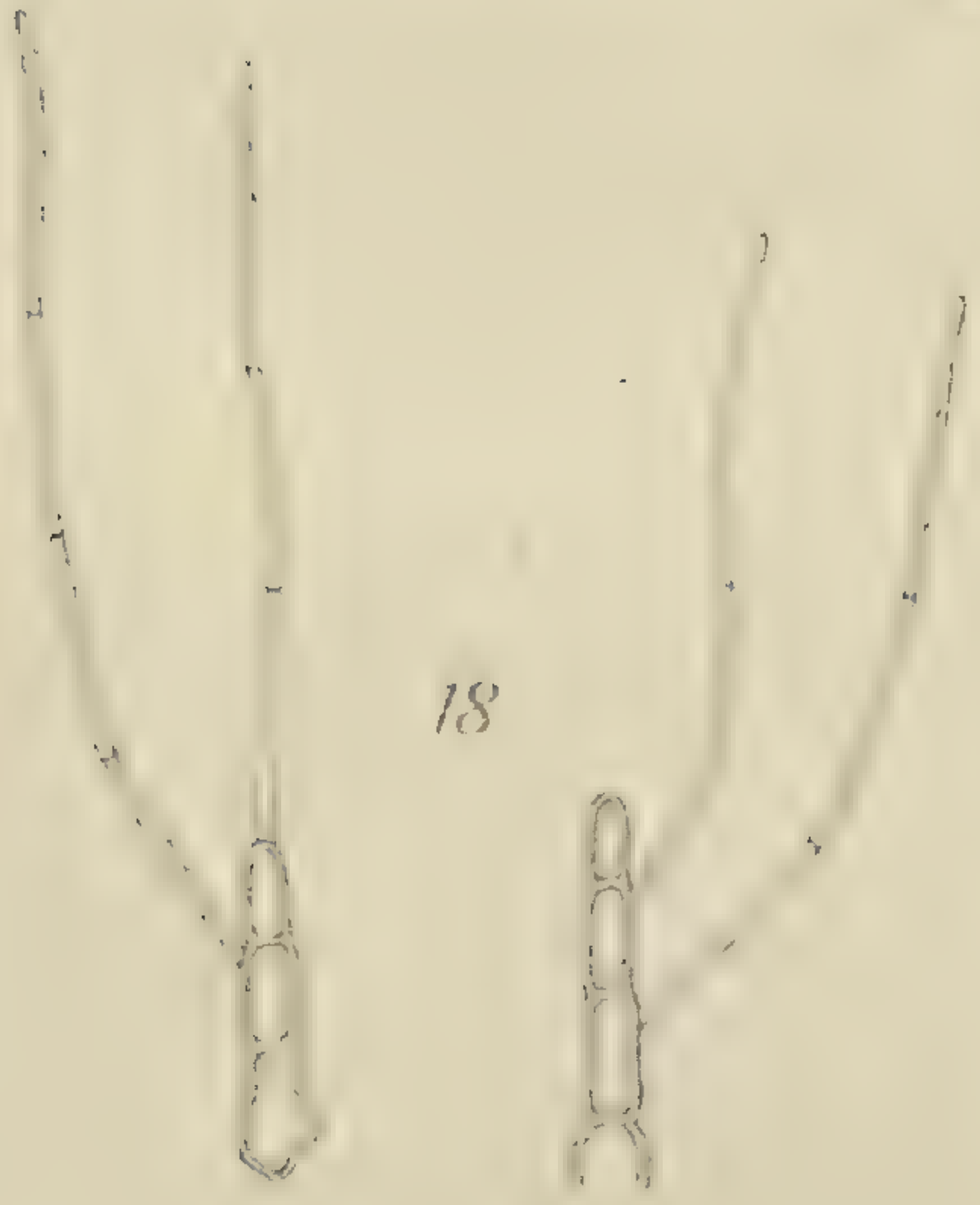
Taf. VIII.

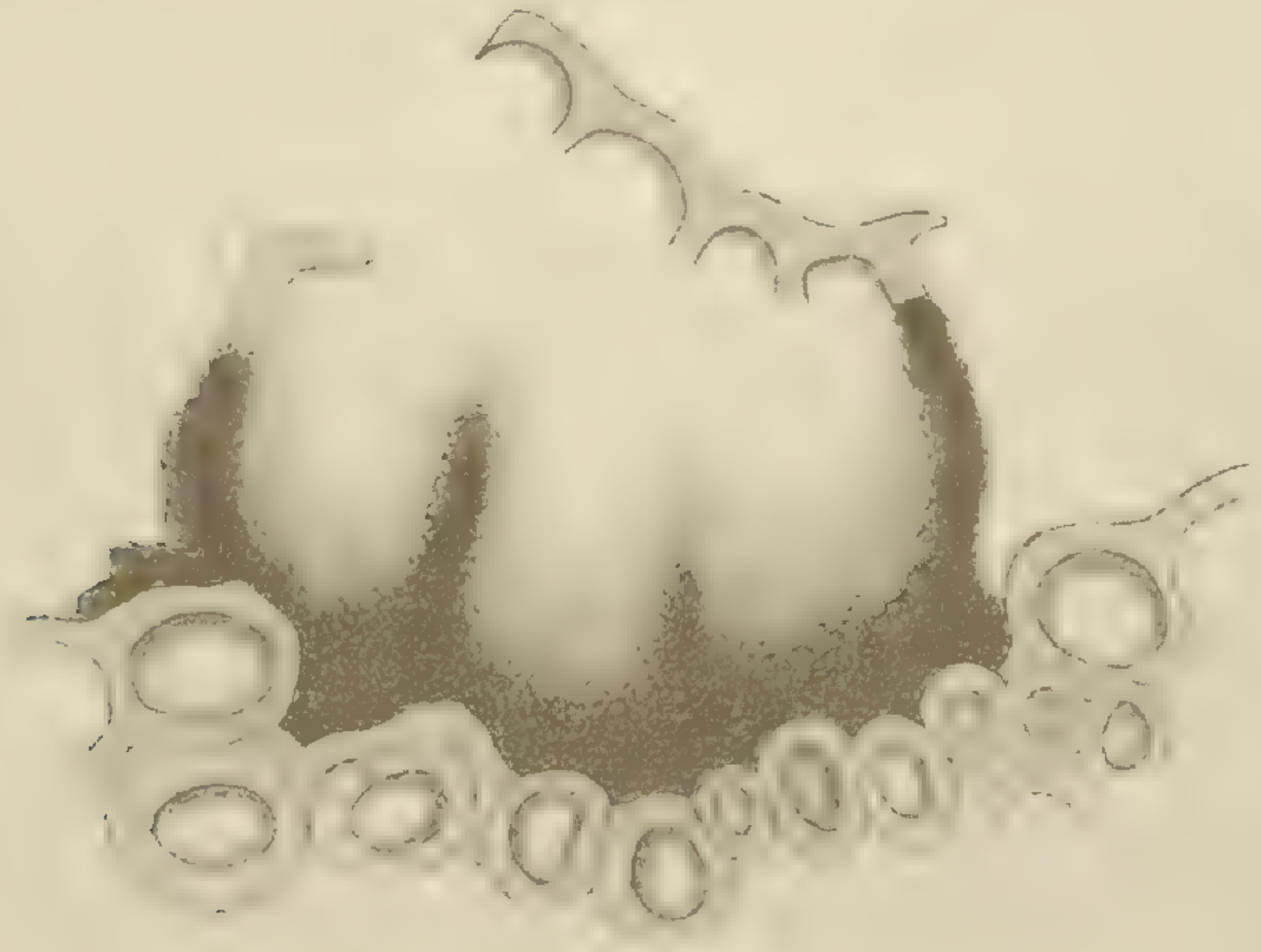

9

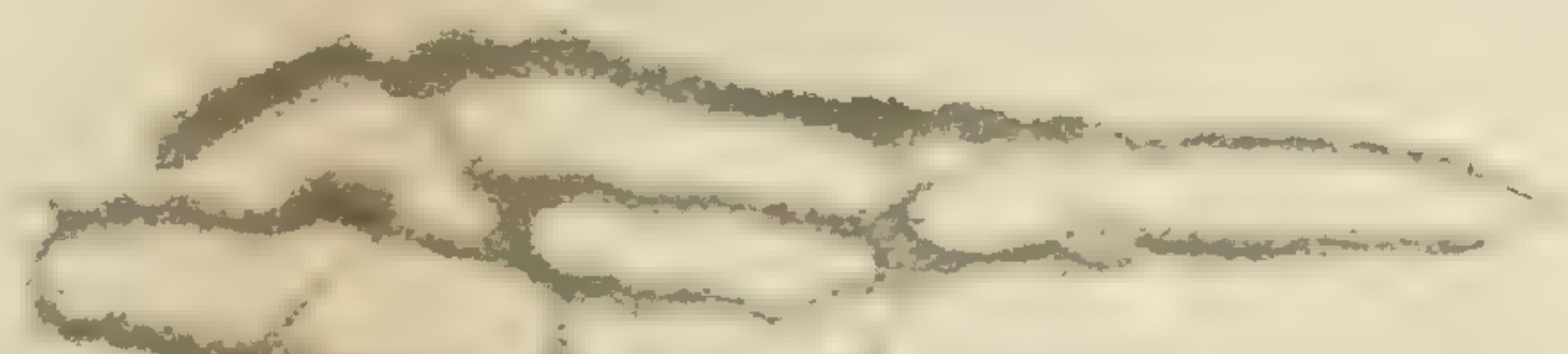

3


2

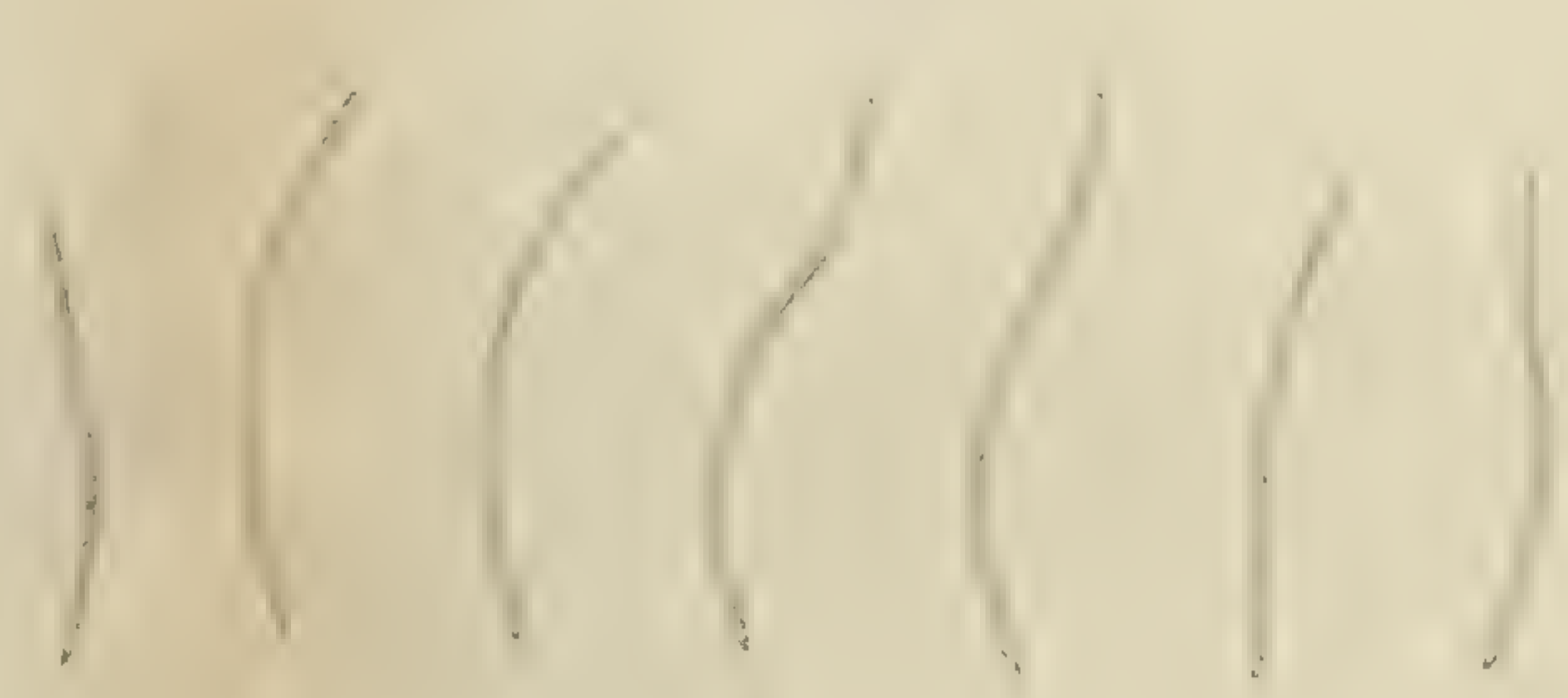

1

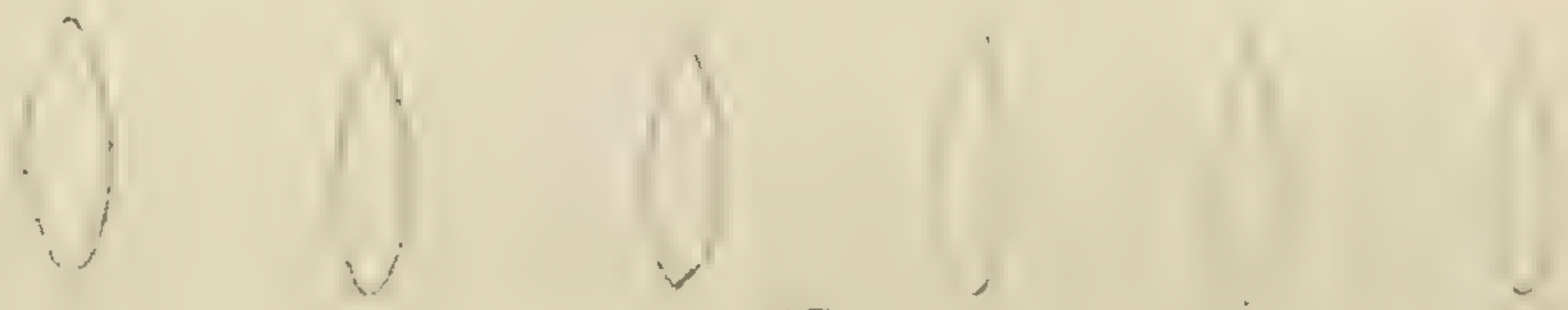

18


4

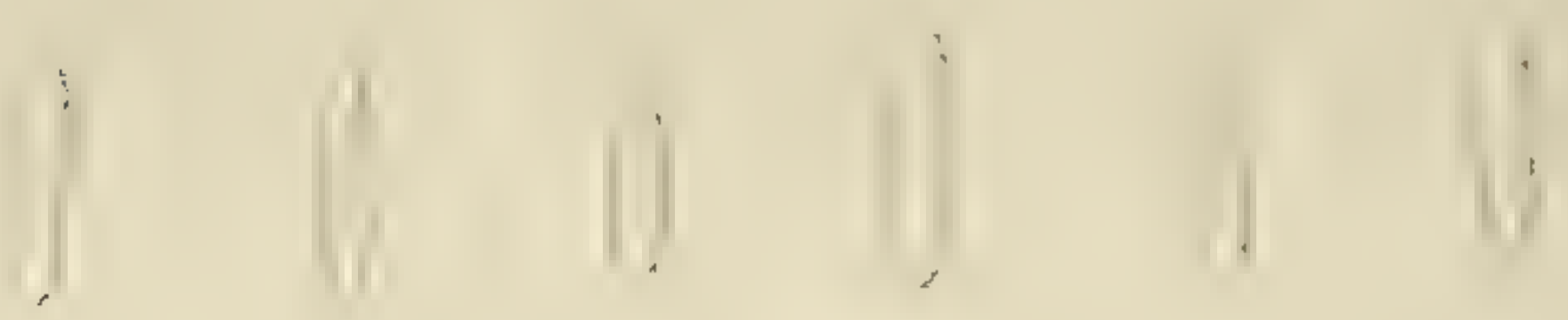

6

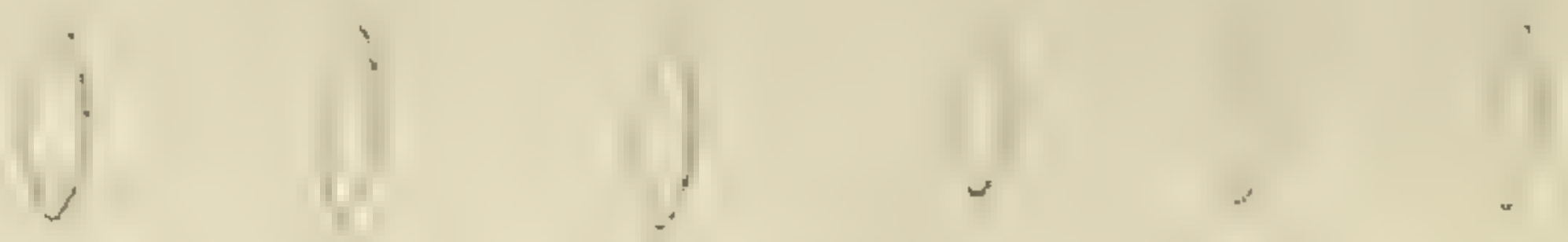
5

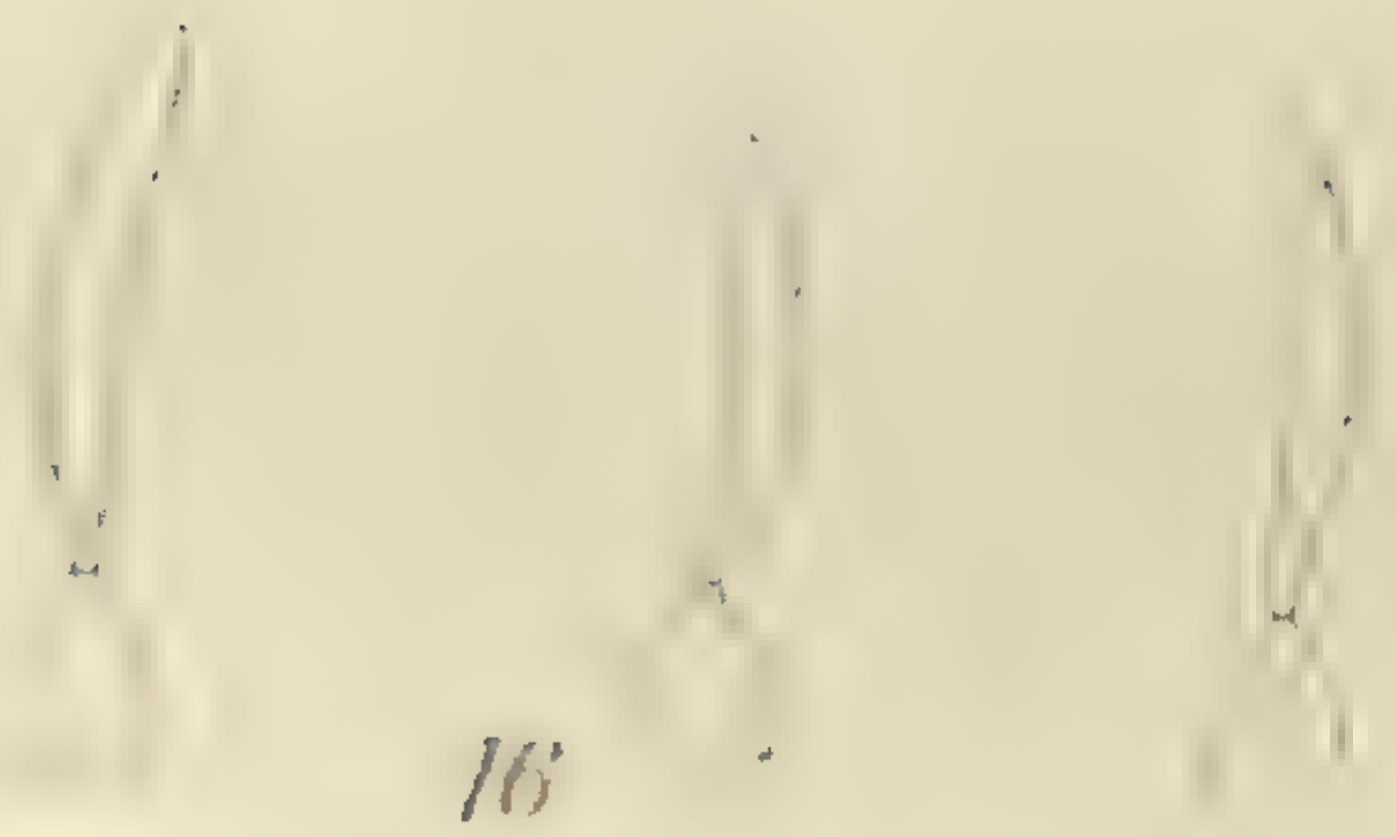

7


17

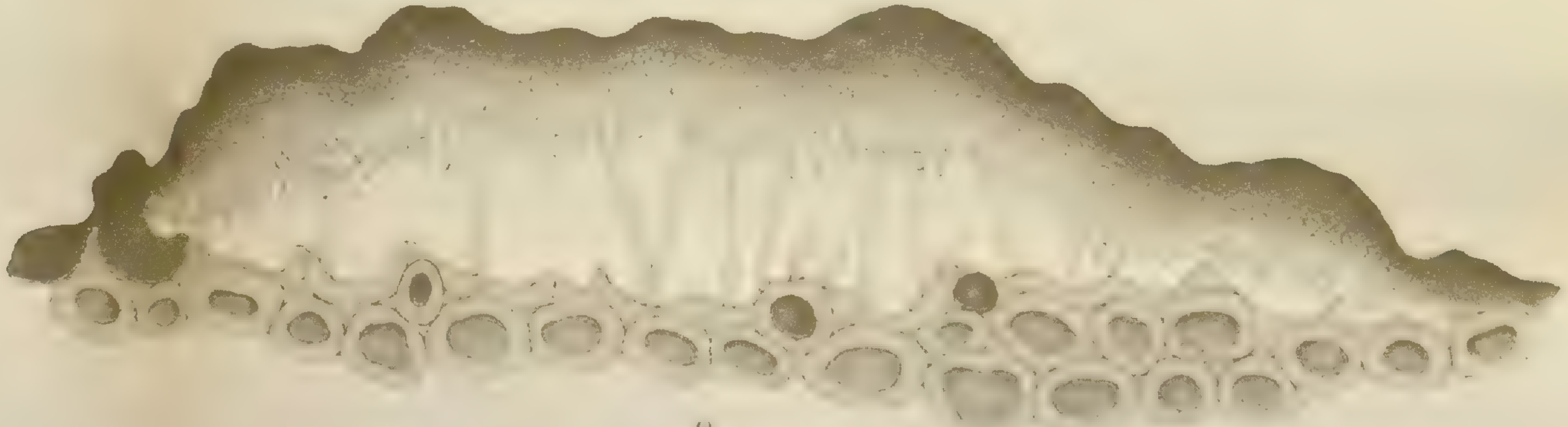
10

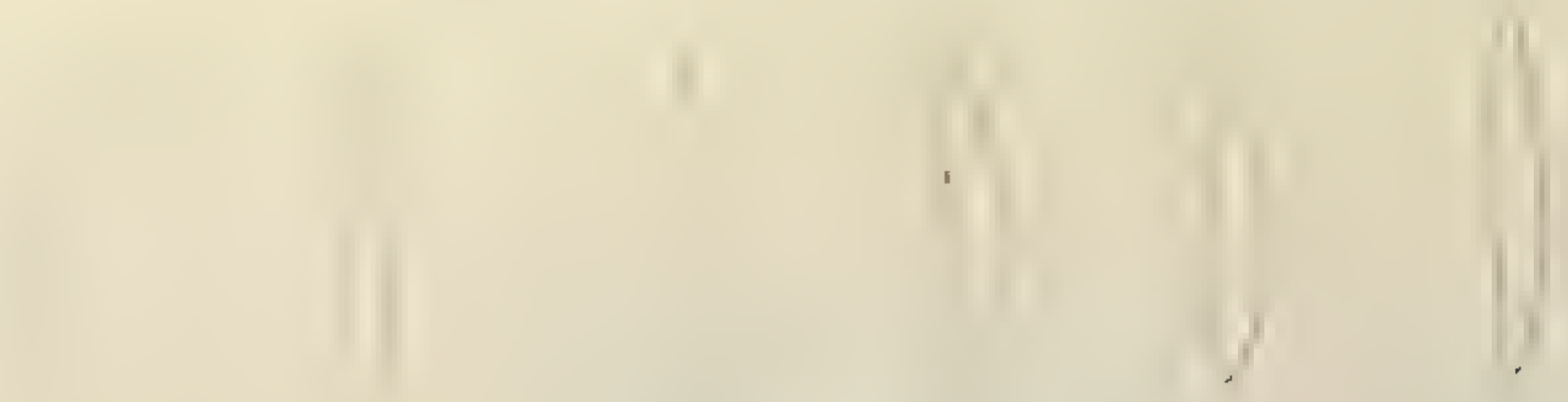

11


14


16

12


8


15

13

Sitzung vom 30. Juni 1916.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Der Vorsitzende teilt mit, daß am 26. Mai unser Mitglied, Herr Dr.

Wilh. Heering,

Assistent am Institut für allgemeine Botanik und Kustos am Herbarium in Hamburg, auf dem westlichen Kriegsschauplatz gefallen ist und daß wir am 26. Juni unseren früheren Vorsitzenden, Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.

Leopold Kny

in Berlin-Wilmersdorf durch den Tod verloren haben. Der Vorsitzende widmete den Verstorbenen einen kurzen Nachruf und machte darauf aufmerksam, daß am 29. Juni eine Trauerfeier für Geh.-Rat KNY stattgefunden hat, bei der Herr Geh.-Rat WITTMACK die Verdienste der Verstorbenen um unsere Wissenschaft und die Deutsche Botanische Gesellschaft hervorhob und die Trauer unserer Gesellschaft über den Verlust in warmen Worten zum Ausdruck brachte.

Die Anwesenden ehrten das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Ferner teilte der Vorsitzende mit, daß er im Namen des Vorstandes ein Glückwunschschreiben an Herrn Oberlehrer GEISENHEYNER in Kreuznach gesandt hat, der am 8. März d. J. seinen 70. Geburtstag feiern konnte, was uns erst jetzt bekannt geworden ist.

Auf die im letzten Heft abgedruckte Adresse an Herrn Professor DINGLER ist folgendes Antwortschreiben eingegangen:

Aschaffenburg, 30. Mai 1916.

An die Deutsche Botanische Gesellschaft
in Berlin.

Tiefgerührt durch die freundlichen Worte der Anerkennung, welche der Vorstand unserer Gesellschaft anläßlich meines 70. Geburtstages meinem bescheidenen Wirken in der Wissenschaft widmen zu sollen glaubte, gestatte ich mir, der Deutschen Botanischen Gesellschaft meinen herzlichsten und ergebensten Dank auszusprechen!

Wenn mir, nahe dem Abschluß meines Lebenslaufes, noch eine wahre Genugtuung zu Teil werden konnte, so war es die Freude, von anerkannten Vertretern und Meistern unserer Wissenschaft die Versicherung erhalten zu haben, daß meine Arbeit wenigstens eine kleine Lücke unseres Wissens von der Pflanze ausgefüllt hat.

Ganz besonders danke ich aber auch für die warmen Wünsche, welche Sie mir als 70jährigem für meinen Lebensabend aussprachen, indem Sie freundlichen Bezug auf meine Rosenstudien nahmen. Nehmen Sie bitte meinen allerherzlichsten Dank dafür!

Mit dem innigen Wunsche, daß unsere große Deutsche Botanische Gesellschaft, die Vereinigerin der Vertreter der botanischen Wissenschaft in Deutschland, weiter blühen und gedeihen und sich als Förderin aller wissenschaftlichen botanischen Bestrebungen in unserem Vaterlande immer weiter entwickeln möge

verbleibe ich in Anhänglichkeit und Ergebenheit
der Deutschen Botanischen Gesellschaft
getreues Mitglied
HERMANN DINGLER.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Paál, Dr. **Árpád,** Assistent d. ungar. kgl. Station für Pflanzenphysiologie u. Pflanzenpathologie in **Budapest II,** Debröi-ut 17 (durch S. MÁGOCSY-DIETZ und J. TUZSON),

Wimmer, Christian, Demonstrator am pharmakognost. Institut der k. k. Universität in **Wien** (durch H. MOLISCH und O. RICHTER),

Hojer, Otto, k. k. Assistent d. chem. pharm. Untersuchungsanstalt i. Ministerium d. Innern in **Wien I,** Salvatorgasse 12 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER),

Goch, Georg, in **Wien VIII,** Lerchenfelder Str. 148, 1. Stiege III/12 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER), und Fräulein

Löw, Käte, in **Brünn** (Mähren), Karlsglacis 3 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Zum ordentlichen Mitglied wird ernannt Herr

Suchlandt, Otto, mag. pharm. in **Davos** (Schweiz).

Mitteilungen.

32. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze.

Nr. 6.: Über den Nachweis von Kalk mit Kalilauge oder einem Gemisch von Kalilauge und kohlensaurem Kali.

(Mit Tafel IX.)

(Eingegangen am 29. Mai 1916.)

Bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Spikula von Kalkschwämmen fand BÜTSCHLI[1]), daß bei Behandlung der Kalknadeln mit konzentrierter Kalilauge (35 pCt.) hexagonale Täfelchen in Menge auftraten und daß pulverisierter Kalkspat unter denselben Verhältnissen diese Täfelchen ebenfalls lieferte. Er machte auch die Beobachtung, daß sie vom Wasser in kurzer Zeit unter Abscheidung von kohlensaurem Kalk in Form von Globuliten oder Rhomboëdern zersetzt werden.

Nach BÜTSCHLIs genauen Untersuchungen handelt es sich bei den sechseckigen Täfelchen um ein Doppelsalz von kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Kali ($2\,CaCO_3 + 3\,K_2CO_3) + 6\,H_2O$.

BIEDERMANN[2]), der fast gleichzeitig und unabhängig von BÜTSCHLI dieselben Täfelchen nach Behandlung junger Schalen von Helix pomatia mit Kalilauge gesehen hatte, konnte gegenüber den Einwendungen von MAAS[3]) und WEINSCHENK[4]) die Auseinandersetzungen und Beobachtungen BÜTSCHLIs, betreffend die Einwirkung von Laugen auf die Nadeln der Kalkschwämme, in allen Punkten bestätigen.

---

[1]) BÜTSCHLI, O., Untersuchungen über Strukturen. Leipzig 1898, p. 110—113 u. 124—125.

Derselbe: Über die Einwirkung von konzentrierter Kalilauge und konz. Lösung von kohlensaurem Kali auf kohlensauren Kalk, sowie über zwei dabei entstehende Doppelsalze von kohlensaurem Kali und kohlensaurem Kalk. Verhandl. d. naturhist.-mediz. Vereins z. Heidelberg. N. Folge, 8. Bd., 1904 bis 1908, p. 277 etc.

[2]) BIEDERMANN, W., Physiologie der Stütz- und Skelettsubstanzen. Handbuch der vergl. Physiologie. III. Bd., 1. Hälfte, 1. Teil, Jena 1914, p. 550. Hier auch die weitere einschlägige Literatur.

[3]) MAAS, O., Über den Aufbau des Kalkskelettes der Spongien in normalem und in $CaCO_3$-freiem Seewasser. Verhandl. d. deutsch. zool. Ges 1904, p. 196.

[4]) WEINSCHENK, E., Über die Skeletteile der Kalkschwämme. Zbl. f. Mineralogie, Geol. u. Paläontol., 1905, p. 581.

MAAS hielt die sechseckigen Täfelchen irrtümlicherweise für Kristalle von kohlensaurem Kali.

Nach BÜTSCHLI ist die gewöhnliche Kristallform des Doppelsalzes, um das es sich hier handelt, ein sehr flaches, regelmäßiges, hexagonales Täfelchen. (Abb. 1a.) Die Flächenwinkel betragen annähernd 120°. Seltener gehen die Täfelchen, wenn sie dicker werden, in niedere Säulchen über. Der Winkel zwischen der Basis und den Säulenflächen beträgt 90°. Säulen und von der Seite gesehene Täfelchen löschen zwischen gekreuzten Nikols in den beiden Stellungen parallel den Polarisationsebenen aus und erweisen sich als stark doppelbrechend; einigermaßen größere zeigen schon Farben ohne Gipsplättchen. Die Plättchen sind optisch negativ. Gut ausgebildete, größere Täfelchen geben das Achsenkreuz einachsiger, negativer Kristalle.

Charakteristisch ist der Übergang der Täfelchen in vollständig kreisrunde Scheiben. (Abb. 1b.)

Auf einer oder den beiden Flächen der Täfelchen oder Scheibchen können ein oder mehrere Täfelchen oder Scheibchen schief aufwachsen und, indem sich diese um die Hauptachse des Täfelchens oder der Scheibe gruppieren, entstehen höchst zierliche, das Auge des Beobachters fesselnde Gebilde, die gefüllten Blumen gleichen. (Abb. 1c.)

Gelegentlich können auch zwei horizontal aufeinanderliegende Hexagone in um 30° verdrehter Stellung miteinander verwachsen, oder aufgewachsene kleinere Plättchen erheben sich etwas mit ihren Rändern und greifen mit diesen spiralig ineinander. (Abb. 1d.) Analoges kommt auch bei Scheibchen vor. Häufig „trifft man auch Tafeln oder Scheiben, auf denen eine zweite senkrecht in einem Durchmesser aufgewachsen ist; hieran schließen sich solche, bei welchen mehrere bis zahlreiche Tafeln oder Scheiben, strahlig um die Hauptachse gruppiert, senkrecht aufgewachsen sind[1].“ (Abb. 1e.)

BÜTSCHLI erhielt durch Behandlung des kohlensauren Kalkes mit Kalilauge noch ein zweites Doppelsalz, das in spitzen Rhomboëdern kristallisiert und gestaltlich von dem eben beschriebenen Doppelsalz ganz abweicht. Da das zweite Doppelsalz aber bei entsprechenden Reaktionen in der Pflanze nicht auftrat, so gehe ich nicht näher darauf ein.

Die mitgeteilten Untersuchungen BÜTSCHLIs haben bisher die Aufmerksamkeit der Botaniker nicht nur nicht erregt, sondern sind ihnen höchst wahrscheinlich ganz entgangen; ich gestehe, daß ich bei der Abfassung meiner „Mikrochemie der Pflanze“ leider nichts davon gewußt habe und daß ich erst, als ich einige analoge Beobachtungen an der Pflanze machte wie BÜTSCHLI und BIEDERMANN an Tieren, darauf gekommen bin.

---

[1] BÜTSCHLI, O., Über die Einwirkung von konz. Kalilauge etc. l. c. p. 291—294.

Bei meinen einschlägigen Untersuchungen gelangte ich zu der Überzeugung, daß der Nachweis des Kalkes mit Kalilauge, besonders wenn diese gemischt mit kohlensaurem Kali verwendet wird, in der botanischen Mikrochemie ausgezeichnete Dienste zu leisten vermag.

Ich will zunächst einen bestimmten Fall herausgreifen und den Sachverhalt bei *Impatiens Sultani* schildern.

Bringt man einen Querschnitt durch den Stengel in einen Tropfen halbgesättigter, also sehr konzentrierter Kalilauge so tritt schon nach wenigen Minuten in vielen Zellen, die gelöste Kalkverbindungen enthalten, ein feinkörniger Niederschlag auf, der nach einer bis mehreren Stunden in deutliche Kristalle, hauptsächlich in sechseckige Täfelchen übergeht[1]). In einer einzigen Zelle können einige wenige bis hundert und mehr solcher Kristalle auftreten. Wenn sie im Profil betrachtet werden, sehen sie wie Strichelchen aus. Läßt man das Präparat einen Tag, am besten ohne Deckglas liegen, so vergrößern sich die sechseckigen Täfelchen oft ganz ansehnlich und nebenbei können in großer Zahl alle jene Formen entstehen, wie sie oben auf Grund der BÜTSCHLIschen Angaben geschildert worden sind und wie ich sie in der Abb. 1 und Abb. 3 zusammengestellt habe.

Die Kristalle entstehen viel reichlicher, wenn man den Versuchstropfen nicht mit einem Deckglas bedeckt, sondern offen liegen läßt. Zuerst entstehen fast ausschließlich die höchst charakteristischen sechseckigen Täfelchen und erst bei längerem Liegen pflegen die anderen Kristallformen und Kristallaggregate aufzutreten.

Die Reaktion ist sehr empfindlich. Ein minimales Wassertröpfchen der Wiener Hochquell-Wasserleitung gibt sehr deutlich die Reaktion. In einer einzigen Zelle (Brennhaar von *Urtica urens*) können oft hundert und mehr der erwähnten Sechsecke des Doppelsalzes Kalk-Kali-Karbonat entstehen. Daher darf es nicht wundernehmen, wenn die Kalkprobe mit den verschiedensten Pflanzen aus dem Bereiche der Phanerogamen und Kryptogamen gelingt. Allerdings mit sehr verschiedener Intensität, die über die beiläufige Menge des Kalkes in den verschiedenen Gewächsen und Geweben Schlüsse zu ziehen erlaubt. — Die besten Resultate erzielte ich mit wässeriger, konzentrierter Kaliumhydroxydlösung, z. B. mit einer halbgesättigten, d. i. also einer hundertprozentigen[1]).

---

[1]) Solche Täfelchen enthält man auch mit Natronlauge.

Es ist eine oft beobachtete Erscheinung, daß sich auf dem Boden der Glasflaschen, in denen konz. Kalilauge aufbewahrt wird, ein weißer Bodensatz bildet, der sich aus den sechseckigen Täfelchen des Kalikalkkarbonates zusammensetzt. Ja, wenn man einen Tropfen reiner Kalilauge auf dem Objektträger verdunsten läßt, so können sich, wie BÜTSCHLI[2]) gesehen hat, einige wenige Täfelchen des genannten Salzes bilden. In beiden Fällen sind es Spuren des Kalkes aus der Wand der Glasflaschen, die Veranlassung zu dieser Reaktion geben. Es wird sich daher mit Rücksicht auf die große Empfindlichkeit der Probe empfehlen, keine alte, sondern möglichst frisch bereitete Kalilauge zu verwenden. Die Störung aber, die Kalkverunreinigungen der Kalilauge hervorrufen, werden durch den Umstand, daß der Kalk des Gewebes ziemlich lokal angezeigt wird, auf ein Minimum beschränkt, denn die Kalkreaktion tritt recht lokalisiert auf und das ist einer ihrer großen Vorteile.

BÜTSCHLI hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Kriställchen des Doppelsalzes durch Wasser eine Umsetzung in kohlensauren Kalk erfahren[3]). Diese Tatsache ist sehr wichtig, weil sie zur Diagnose des Kalikalkkarbonates herangezogen werden kann. Es ist nämlich zu beachten, daß bei dem teilweisen Verdunsten des Kalilaugetropfens sich nicht bloß die Kristalle des erwähnten Doppelsalzes, sondern auch die des Kalikarbonates abscheiden können, die durch die Luftkohlensäure mit der Kalilauge eventuell entstehen.

Die Kristalle des kohlensauren Kali unterscheiden sich aber auffallend von denen des Kalikalkdoppelsalzes und lösen sich leicht, während die Kristalle des Kalikalkkarbonates durch das Wasser die schon erwähnte Umsetzung in kohlensauren Kalk erleiden, der sich nach meinen Erfahrungen entweder an Ort und Stelle oder gewöhnlich in der Nachbarschaft des ursprünglichen Kristalles in Gestalt von kleinen Globuliten oder undeutlichen Rhomboëdern absetzt.

BIEDERMANN hat seinerzeit beobachtet, daß auch Dikalziumphosphat mit konz. Kalilauge hexagonale Täfelchen gibt und BÜTSCHLI[1]) hat diese Beobachtung bestätigt. Es geht also daraus hervor, daß nicht bloß kohlensaurer Kalk, sondern auch andere Kalksalze solche Täfelchen geben. Ich kann hinzufügen, daß auch schwefelsaurer, salpetersaurer und phosphorsaurer Kalk, ferner oxalsaurer, äpfelsaurer, essigsaurer, buttersaurer und weinsaurer Kalk mit Kalilauge hexagonale Plättchen liefern, daß also diese Reaktion mit den verschiedensten Kalksalzen gelingt — ein Umstand der für die mikrochemische Untersuchung des Vorkommens von Kalk von Bedeutung ist. Daß die hierbei erhaltenen Kristalle den sechseckigen Täfelchen, die man mit kohlensaurem Kalk erhält, gestaltlich gleichen, ist sicher; ob aber auch die chemische Zusammensetzung die gleiche ist, d. h. ob es sich auch hier um das Kalikalkdoppelsalz von der Formel $(2\,CaCO_3 + 3\,K_2CO_3) + 6\,H_2O$ handelt, kann nur die Analyse ergeben. Unter der Voraussetzung, daß diese die gleiche Zusammensetzung ergeben würde, müßte man annehmen, daß die Kohlensäure, die die Kalilauge aus der Luft absorbiert, die Bildung des Doppelsalz-Karbonates ermöglicht.

---

[1]) In 100 Teilen Wasser lösen sich 200 Teile Kaliumhydroxyd. S. W. BEHRENS, Tabellen z. Gebrauch b. mikroch. Arbeiten, 4. Aufl. 1908. p. 27.

[2]) BÜTSCHLI, O., l. c. p. 285.

[3]) BÜTSCHLI, O., l. c. p. 278.

Wenn dieser Gedanke richtig wäre, so müßte ein Gemisch von konz. Kalilauge und konz. kohlensaurem Kali die Umwandlung verschiedener Kalksalze z. B. des oxalsauren Kalkes in das Doppelsalz rascher bewerkstelligen und sich wegen der Zuführung eines Karbonates überhaupt für den Kalknachweis besser eignen als Kalilauge allein. Das ist nun in der Tat der Fall.

Ich verwende mit Vorteil ein Gemisch von halbgesättigter Kalilauge und einer gesättigten Lösung von kohlensaurem Kali im Verhältnis von 1 Vol : 1 Vol.

Behandelt man einen Schnitt durch den Stengel von *Impatiens Sultani* mit Kalilauge allein und einen zweiten derselben Art mit dem eben erwähnten Gemisch, so treten die charakteristischen Sechseckplättchen nebst den anderen in Abb. 1 abgebildeten Kristallen im letzteren Falle viel rascher und sicherer auf als im ersteren. Das Gemisch von Kalilauge und kohlensaurem Kali leistet, verglichen mit der Kalilauge allein, um soviel bessere Dienste beim Kalknachweis, daß ich fast nur mehr mit dem Gemisch arbeite. Interessant ist das Verhalten der Raphiden und anderer Kristallformen des oxalsauren Kalkes in der Pflanze bei Behandlung mit konz. Kalilauge. Die Raphidenbündel von *Impatiens Sultani* werden nach Behandlung mit konz. Kalilauge alsbald ganz in sechseckige Plättchen umgeformt: zunächst läßt jede Raphide eine Granulierung erkennen (Abb. 4) und die einzelnen Körnchen gehen nach und nach in sechseckige Täfelchen über. (Abb. 5.)

---

[1]) BÜTSCHLI, O., l. c. p. 290.

Die tetragonalen Pyramiden des Kalkoxalates im Blatt- oder Stengelparenchym von *Begonia manicata* zeigen dasselbe. Schon wenige Minuten nach der Kalilauge-Einwirkung tritt eine mit schwacher Braunfärbung verbundene Trübung des Kristalles ein. Bei dieser kann es entweder verbleiben oder der Kristall zerfällt zunächst noch unter Beibehaltung seiner ursprünglichen Form in plättchen- oder strichförmige Kristalle, die in der Folge auch zu sechseckigen Plättchen auswachsen können.

Die geschilderten Umwandlungen der Kalkoxalatkristalle erfolgen alle viel rascher und schöner, wenn man anstatt der Kalilauge die erwähnte Mischung von Kalilauge und Kaliumkarbonat verwendet. Die Raphiden von *Tradescantia* lösen sich und in ihrer Umgebung erscheint das Doppelsalz. Die Pyramiden von *Begonia* zerfallen in kurzer Zeit in ein Haufwerk von Kristallen des Doppelsalzes.

Ein sehr geeignetes Objekt für die Verfolgung der allmählichen Umwandlung des oxalsauren Kalkes sind die großen spindförmigen, prismatischen Kristalle aus der *Quillaja*-Rinde. Die Abb. 6 veranschaulicht den Übergang des Kalkoxalatkristalls in die Kristalle der Doppelverbindung.

Zusammenfassung.

1. Wenn man Gewebeschnitte der Pflanze, welche gelöste oder ungelöste Kalkverbindungen enthalten, mit einem Tropfen halbgesättigter, d. i. 100 proz. wässeriger Kalilauge behandelt, so treten nach einiger Zeit sehr charakteristische, hexagonale Plättchen oder Scheiben auf, die später in gefüllten Blüten sehr ähnliche Kristallaggregate übergehen können. Diese Kristalle bestehen aus einem Doppelsalz von der Zusammensetzung $(2\,CaCO_3 + 3\,K_2CO_3) + 6\,H_2O$.

Noch rascher und sicherer erhält man diese Kristalle, wofern man anstatt der angeführten Kalilauge ein Gemisch von dieser halbgesättigten Lösung mit einer gesättigten von kohlensaurem Kali verwendet.

2. Diese Reaktion tritt nicht nur mit kohlensaurem Kalk, sondern auch mit verschiedenen anderen, in der Pflanze vorkommenden Kalksalzen ein: mit schwefelsaurem, salpetersaurem, phos-

phorsaurem, oxalsaurem, äpfelsaurem, weinsaurem, essigsaurem und buttersaurem Kalk.

3. Die Reaktion ist sehr empfindlich und kann ebenso wie der in der Nummer 5 dieser mikrochemischen Beiträge behandelte Kalknachweis mit Soda für botanisch-mikrochemische Zwecke warm empfohlen werden.

Erklärung der Tafel IX.

Abb. 1. Kristalle des Kali-Kalk-Doppelsalzes ($2\ CaCO_3 + 3\ K_2CO_3 + 6\ H_2O$, wie man sie erhält, wenn man ein kalkführendes Gewebe mit Kalilauge oder mit einem Gemisch von Kalilauge und kohlensaurem Kali behandelt. Vgl. d. Text. Vergr. 350.

Abb. 2. *Impatiens Sultani.* Stengelparenchymzelle, kurze Zeit nach Behandlung mit Kalilauge. Im kontrahierten Zellinhalt entstehen sechseckige Plättchen des erwähnten Doppelsalzes. Vergr. 350.

Abb. 3. Dasselbe nach längerer Einwirkung der Kalilauge. Die sechseckigen Plättchen kombinieren sich zu Sternen und blütenähnlichen Formen. Vergr. 350.

Abb. 4. *Impatiens Sultani.* A ein Raphidenbündel von Kalkoxalat in einer Parenchymzelle kurze Zeit nach Behandlung mit KOH. Die Raphiden erscheinen granuliert. Vergr. 300.

B 2 granulierte Raphiden stärker vergrößert. Vergr. 550.

Abb. 5. Dasselbe nach längerer Einwirkung der Kalilauge. Aus den Raphiden entstehen die sechseckigen Plättchen des Kalk-Kalisalzes. Vergr. 350.

Abb. 6. *Quillaja saponaria.* Kalkoxalatkristalle aus der Rinde. a intakt, die anderen 3 nach Behandlung mit einem Gemisch von Kalilauge und kohlensaurem Kali. Das Kalkoxalat liefert wieder die für das Kali-Kalkdoppelsalz charakteristischen Plättchen und Scheiben sowie Aggregate derselben. Vergr. 350.

33. Jakob Eriksson: Wie entsteht die Krautfäule, Phytophthora infestans (Mont.) de By., auf der neuen Kartoffelvegetation?

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 3. Juni 1916.)

Die Hauptergebnisse einer neu ausgeführten Untersuchung zur Beantwortung vorgestellter Frage will ich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Die Krautfäule der Kartoffel tritt erst dann auf dem Kartoffelfelde im Freien auf, wenn sich das oberirdische Kraut der Kartoffelpflanze im wesentlichen voll entwickelt hat, d. h. etwa 3—4 Monate nach dem Legen der Saatknollen. In Schweden geschieht der Ausbruch zwischen Mitte Juli und Anfang September, in den einzelnen Jahren verschieden, je nach den Witterungs- und Niederschlagsverhältnissen der verschiedenen Jahrgänge. Nur selten (wie in Mittel- und Nordschweden im Jahre 1911) bleibt der Krankheitsausbruch vollständig aus.

2. Bei diesem primären Krankheitsausbruch im Spätsommer zeigt sich die Krankheit als große, oben schwarze, unten gräuliche Flecken an den Blattspreiten, vorzugsweise an den mittleren, kräftig entwickelten Blättern der Pflanze. Der Ausbruch kommt plötzlich und wird durch feuchtes, nebelhaftes Wetter beschleunigt. In der Regel findet man schon am ersten Tage mehrere Flecken an einem und demselben Blatte. Binnen 2—3 Tagen werden Hunderte, ja Tausende, von kranken Flecken auf den Blättern zahlreicher Pflanzen des Feldes beobachtet.

3. In Mistbeeten, wo die Saatknollen mitten im Winter (z. B. im Januar) ausgelegt worden sind, treten in einzelnen Fällen die ersten Krankheitssymptome schon im April hervor, nachdem die Pflanzen ihre oberirdischen Teile voll entwickelt haben, also in einem Entwicklungsstadium der Kartoffelpflanze, das demjenigen entspricht, in welchem auf den Feldern im Freien im Spätsommer die Pflanzen krank werden.

4. Bei den Frühjahrsausbrüchen in Mistbeeten tritt die Krankheit an Stammteilen und an Blattstielen der Pflanze hervor. Die kranken Organe werden grauschwarz und teilweise miß-

gebildet, die Blättchenstiele oft verschrumpft zu dünnen Fäden (dünn wie ein feiner Nähfaden), während die Blattspreiten noch grün und fleckenlos sind.

5. In einem primären Blattflecken, wie dieser am ersten Tage des Sommerausbruches auftritt, kann man verschiedene Zonen unterscheiden: a) eine Mittelzone, dunkelgefärbt, braun bis schwarz, b) draußen eine grauflaumige, schimmeltragende Zone, c) draußen eine bleichgrüne, nicht schimmeltragende Zone, und d) endlich draußen das tiefgrüne Blattfeld, etwa 10 mm von der Außengrenze der Zone b) zu rechnen. In der Zone a) ist die Desorganisation des Blattgewebes am weitesten fortgeschritten. Je mehr man sich von dieser Zone nach außen entfernt, desto geringer zeigt sich die Gewebezerstörung, bis in der tiefgrünen Umgebung des Fleckens die Zellen normal aussehen.

6. In dem tiefgrünen Blattfelde (d) und in der daran grenzenden Region der bleichgrünen Zone (c) zeigt jede Zelle einen Kern und zahlreiche, wandständige Chlorophyllkörner, alle normal aussehend. Nur im Plasmakörper der Zelle gewahrt man, bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen, regelmäßig eine eigentümliche Netzstruktur, die von dem gewöhnlichen Plasmabau abweicht und die sich in der Weise kund gibt, daß im Plasma zwischen den Chlorophyllkörnern zahlreiche, sehr kleine, schwarze Pünktchen sichtbar werden. Von einem Mycel ist keine Spur, weder in den Zellen noch in den angrenzenden Interzellularräumen, zu entdecken.

7. In den allerfrühesten Erkrankungsstadien der Zellen wird in ihren Plasmakörpern eine wesentliche Strukturveränderung wahrgenommen. Die Veränderung besteht darin, daß die dort eingelagerten Chlorophyllkörner teilweise im Begriff sind, aufgelöst zu werden (Chlorophyllauflösungs-Stadium) und daß gleichzeitig damit das Plasma selbst eine trübe Konsistenz angenommen hat.

8. In anderen, frühen Erkrankungsstadien findet man die Strukturveränderungen im Plasmakörper der Zelle weiter fortgeschritten, in dem die Chlorophyllkörner zum wesentlichen Teile aufgelöst sind, die Plasmamasse derselben in Zusammenhang damit noch trüber geworden ist und in dieser Masse eine Mehrzahl (5—8) Nukleolen auftreten (Nukleol-Stadium). Mit der eben geschilderten Auflösung der Chlorophyllkörner hängt es offenbar zusammen, daß die kranken Flecken der Blätter schwarz aussehen.

9. Auf dieses Stadium folgt unmittelbar eine neue Strukturveränderung, in dem die trübe Plasmamasse sich wesentlich in

gewissen Teilen der Zelle anhäuft, und zwar speziell, wenn es die Zellen des Pallisadenparenchyms gilt. In diesen Zellen geschieht die Plasmaanhäufung meistenteils in dem inneren, gegen das Schwammparenchym gerichteten Ende der Zelle, aber bisweilen auch in der Mitte der Zelle oder an ihrem äusseren, gegen die Epidermis gerichteten Ende. Gleichzeitig hiermit schwinden die soeben gebildeten Nukleolen aus dem Gesichte, und es treten in den lokalisierten Plasmaanhäufungen größere Klumpen unregelmäßiger Gestalt hervor, welche die bei dem Präparieren benutzten Farbstoffe in derselben Weise wie früher die Nukleolen aufspeichern (Reife-Stadium).

10. Die eben geschilderten Umgestaltungen im Plasmakörper der erkrankenden Zelle machen es, meines Erachtens, unumgänglich notwendig anzunehmen, daß in diesem Plasmakörper zwei verschiedene Elemente ursprünglich vorhanden gewesen sein müssen, einerseits das Plasma der Nährzelle und andererseits dasjenige des Pilzes, beide dieser Plasmakörper in einer von der Mutterpflanze vererbten und durch die ganze Pflanze verbreiteten Symbiose plasmatischer Natur, (Mykoplasma), aufs innigste zusammenlebend. In einem bestimmten Entwickelungsstadium der Kartoffelpflanze, nachdem die oberirdischen Teile der Pflanze im Wesentlichen ihr Wachstumsmaximum erreicht haben, tritt in dem bis dahin friedlichen Zusammenleben unter dafür günstigen äußeren Umständen, ein Friedensbruch zwischen den beiden Symbionten ein. Es beginnt ein Zweikampf, aus welchem der Pilz in der Regel als Sieger hervorgeht. Das Wirtszellplasma mit den Chlorophyllkörnern wird dabei geopfert, um Baumaterial zur Verstärkung des Pilzelements der Symbiose zu liefern. Der Pilz läßt durch die reichliche Nukleolenbildung seine Übermacht zum Vorschein kommen.

11. Jetzt ist die Stunde gekommen, in welcher der plasmatische Pilzkörper aus dem Zellumen heraustreten soll, um in den Interzellularräumen ein Leben als Mycelium anzufangen. Von solchen Stellungen der Zellwände, an deren Innenfläche Plasmaanhäufungen vorkommen, treten die allerersten Mycelfäden in den Interzellularraum aus (Mycelium-Stadium). Der Austritt des Plasmas scheint durch die feinen Plasmodesmenstränge, welche in der Wand vorkommen, vor sich zu gehen. Sicher nachweisbare Poren in der Wand entdeckt man kaum, wenigstens nicht in der Regel. Je nach der Größe des angrenzenden Interzellularraumes nimmt der Ausfluß die Form eines langen einfachen oder verzweigten Fadens oder die eines hutpilzähnlichen Körpers an. Findet der Ausfluß von dem äußeren Ende einer Pallisadenzelle statt, so nimmt

er oft die Gestalt eines sehr dünnen Fadens an, der sich zwischen der Epidermis und der Palisadenschicht, Zelle nach Zelle, vordrängt, bis er einen größeren Raum erreicht hat, wo er sich frei entwickeln kann. Unmittelbar innerhalb der Kontaktstelle des Fadens sieht man oft eine teilweise oder vollständig entleerte Blase, gewöhnlich relativ groß, den Inhalt der Blase mehr oder weniger vollständig in den neugebildeten Faden ausgegossen.

12. Die Weiterentwickelung des jungen Fadens scheint nach zwei verschiedenen Richtungen stattzufinden. Gewisse Fäden wachsen immer schmal aus und zeigen gut getrennte und scharf hervortretende Nukleolen durch die ganze Länge des Fadens. Bald werden einzelne Nukleolen mit ihrer nächsten Umgebung durch Querwände vom übrigen Faden abgetrennt und losgelöst. Solche Fadenglieder entwickeln sich zu Oogonanlagen. Diese entstehen interkalar oder terminal. Ich will die sich so entwickelnden Fäden als feminine Fäden betrachten. Andere Fäden dagegen bilden sich stark in der Breite aus, den Plasmainhalt gleichförmiger durch den ganzen Faden verteilt zeigend, und sie verzweigen sich unregelmäßig, bisweilen fast zahnförmig. Zweige solcher Fäden werden zu Antheridienanlagen entwickelt. Ich bezeichne diese Fäden als maskuline Fäden.

13. Zwischen den fertiggebildeten Antheridien und Oogonien findet eine Befruchtung statt. Das Resultat wird die Oospore. Die Oosporen finden sich entweder allein oder zu 2—3 nahe aneinander in dem desorganisierten Schwammparenchym des Blattes zerstreut. Sie sind kugelrund, 20—38 μ im Diameter. Ihre Wand ist dick und eben. Im Inneren der Oosporen sieht man oft 3 oder mehrere kernähnliche Stoffanhäufungen.

14. Die Oosporen sind sogleich keimfähig. Sie sind also keine Ruhesporen, welche die Überwinterung des Pilzes besorgen (Wintersporen), sondern echte Sommersporen, und zwar sehr kurzdauernde. Ihr Leben, voll ausgebildet und ungekeimt, dürfte nur nach Stunden zu rechnen sein und wahrscheinlich nicht einen Tag übersteigen.

15. An der inneren Mündung einer Spaltöffnung, an der mittleren Blattfläche angelangt, beginnt die Oospore sogleich auszukeimen. Von jeder Oospore gehen 2—3 (seltener nur 1) Schläuche durch die Spaltöffnung ins Freie hinaus. Gleich nach dem Austritt schnürt der Schlauch eine terminale ei- oder zitronenförmige Luftspore ab. Oder der Schlauch wächst zu einem langen, sich baumartig verzweigenden Faden aus, der teils von den Astspitzen

(terminal) teils von schmal flaschenförmigen Anschwellungen der Fadenäste (lateral) Luftsporen abschnürt.

16. Diese ersten Luftsporen verhalten sich wie Zoosporangien. Ihr Inhalt ordnet sich zu 8, gut unterscheidbaren Zoosporen, die durch eine Oeffnung am Gipfel des Sporangiums heraustreten. Die Zoosporen sind sofort keimfähig und übernehmen also die Rolle, die Krankheit im Freien zu verbreiten.

⁂

Die ganze hier beschriebene Entwicklung von der beginnenden Chlorophyllauflösung in der Wirtszelle bis zum Herauslassen der Zoosporen aus ihren Sporenhäusern vollzieht sich aller Wahrscheinlichkeit nach binnen 24 Stunden. Nach diesem Tage, dem sicherlich wichtigsten Tage im Leben des Pilzes, verbreitet sich die Krankheit mehr oder weniger schnell und verwüstend, je nach den herrschenden Witterungsverhältnissen, über das ganze Kartoffelfeld. Die Verheerung setzt sich während Wochen mit Hilfe sekundärer Infektionen durch Zoosporen (und Konidien) fort, so lange lebendes Substrat der Kartoffelpflanze zur Verfügung steht.

Es bleibt übrig zu erforschen, in welcher Weise der Pilz als Plasma in die Kartoffelpflanze hereingewandert ist und noch hereinwandert, wie auch zu untersuchen, inwiefern eine Entwicklung mehr oder weniger ähnlich der hier aus den Blättern beschriebenen und von dieser unabhängig auch in der Saatknolle selbst im Laufe des Frühlings und des Sommers vor sich geht, was an und für sich nicht undenkbar ist, da die Kartoffelknolle die Trägerin der Lebensenergie nicht nur der Kartoffelpflanze, sondern auch des Pilzes von einem Jahre zum anderen ist.

⁂

Eine ausführliche, mit zahlreichen Mikrophotographien und Zeichnungen illustrierte Arbeit über das behandelte Thema wird binnen kurzer Zeit erscheinen.

34. Erik Kuhn: Dunkelkeimer und Substrat.

(Eingegangen am 4. Juni 1916.)

Abgesehen von den mannigfachen Bedingungen, die während der Zeit seiner Entwicklung an der Mutterpflanze auf den Samen eingewirkt haben, den Nachreifungsvorgängen, und endlich noch abgesehen von den äußeren Bedingungen, die das Saatgut beeinflussen, sind Feuchtigkeit, Verhältnisse des Lichtes ebenso wie jene der Temperatur, und chemische Beschaffenheit des Substrates die hauptsächlichsten Faktoren, die auf die Keimung des Samens Einfluß nehmen.

Feuchtigkeit darf wohl als conditio sine qua non angenommen werden.

Die ursprünglich dem Lichte ganz aberkannte Einflußnahme[1]) auf den Keimungsprozeß erwies sich, wie zahlreiche Untersuchungen darlegten, als ein Irrtum; gerade das Licht zeigte sich hervorragend einflußreich auf das Keimen, so zwar, daß man die Samen in Lichtkeimer, Dunkelkeimer und solche, die sich Licht und Dunkel gegenüber indifferent verhalten, einteilt.[2])

Diese Einteilung in Gruppen erfuhr aber durch Versuche, die das Zusammenwirken des Beleuchtungs- und Temperaturfaktors darlegen sollten, eine derartige Verschiebung, daß sich die Zugehörigkeit vieler Samen zu den Licht- oder Dunkelkeimern eigentlich nur mehr bei Angabe der Kulturbedingungen aufrecht erhalten ließe. Einige Beispiele: LEHMANN[3]) konstatiert für *Whitlavia grandiflora* und *Nemophila insignis*, daß sie bei 10°—12° C in Licht und Dunkelheit gleich gut keimen; bei einer Temperatur von 20° jedoch tritt stark ausgesprochene Dunkelkeimung mit stetigem Zurückgehen der Keimungen am Licht auf; bei 30° versagt die Keimung in Licht und Dunkelheit ganz.

Ähnliches fand LEHMANN bei *Phlox*, *Phacelia*, *Allium* und *Nigella*.

---

1) NOBBE, Handbuch der Samenkunde, 1876.

2) Ich verweise auf die diesbezüglichen Ausführungen LEHMANNS in der Zeitschrift für Botanik, IV., 7.

3) LEHMANN: Beeinflussung der Keimung lichtempfindlicher Samen durch die Temperatur. Z. f. B. IV, 7.

Ein weiteres interessantes Beispiel liefern BAARs[4]) Versuche mit *Amarantus atropurpureus*: zwischen 10°—15° C. sind die Samen ausgesprochene Dunkelkeimer, oberhalb 30° keimen sie fast nur im Licht.

GASSNER[5]) fand für *Chloris ciliata* folgende Verhältnisse: bei hohen Temperaturen (33°—34° C) wirkt das Licht fördernd, bei mittleren Temperaturen ist es indifferent, bei niedrigen wirkt es hemmend.

Ähnliche Wechselwirkungen zwischen Licht und Temperatur fanden sich auch für Lichtkeimer. So konstatierte wiederum LEHMANN[3]), daß *Veronica longifolia* bei hoher Temperatur (31° C) bis zu 91 % auch im Dunkeln keimt, daß aber bei niedriger Temperatur (21° C) das Vermögen, im Dunkeln zu keimen, bedeutend sinkt. *Epilobium hirsutum* und *E. roseum* konnten durch erhöhte Temperaturen zum Keimen im Dunkeln gebracht werden, so zwar, daß sie die Zahl der Lichtkeimungen fast erreichten. Sicherlich werden sich auch bei anderen, daraufhin noch nicht untersuchten Samen ähnliche Verhältnisse finden.

Sind schon die Beziehungen von Licht und Temperatur zur Keimung mannigfach und noch ziemlich ungeklärt, so setzt uns der Einfluß der chemischen Beschaffenheit des Substrates vollends in Erstaunen. Als erster wies FISCHER[6]) die Wirkung schwacher Säuren auf Samen, und zwar von Wasserpflanzen, in seiner Arbeit „Wasserstoff und Hydroxylionen als Keimungsreize" nach. Zwei Jahre später veröffentlichte LEHMANN[7]) seine Versuche über die Wirkung der Knopschen Nährlösung auf das Keimen von Samen des *Ranunculus sceleratus*; diese Samen, die bei gewissen Kulturbedingungen auf destilliertem Wasser nicht keimten, liefen bei sonst gleichen Bedingungen auf Erde und Knopscher Nährlösung zu sehr hohen Prozenten auf. Auch GASSNER fand für *Chloris ciliata* eine günstige Wirkung der genannten Lösung, denn die Samenkörner keimten unter allen Umständen im Dunkeln, sofern sie auf Knopscher Nährlösung zum Keimen gebracht wurden.

---

[4]) BAAR: Über den Einfluß des Lichtes auf die Samenkeimung und seine Abhängigkeit von anderen Faktoren. Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien Math. nat. Kl. 1912.

[5]) GASSNER: Vorläufige Mitteilung neuerer Ergebnisse meiner Keimungsuntersuchungen mit *Chloris ciliata*. B. d. D. B. G. 1911, 29,

[6]) FISCHER: Wasserstoff und Hydroxylionen als Keimungsreize. B. d. D. B. G. 1907.

[7]) LEHMANN: Zur Keimungsphysiologie und -Biologie von *Ranunculus sceleratus* und einiger anderer Samen. B. d. D. B. G. 1909.

Weiterhin wiesen LEHMANN⁸) und OTTENWÄLDER⁸) nach, daß lichtempfindliche Samen durch Beigabe proteolytischer Enzyme ins Substrat auch im Dunkeln zur Keimung veranlaßt werden können. Eine Reihe hochinteressanter Tatsachen deckte dann OTTENWÄLDER⁹) auf. Er untersuchte eine Anzahl von Lichtkeimern bezüglich ihres Verhaltens auf schwach saurem Substrat. OTTENWÄLDER fand, daß die Samen von *Epilobium hirsutum, Lythrum salicaria, Scrophularia nodosa, Digitalis purpurea* und *Oenothera biennis*, die vom Licht begünstigt werden, „auch im Dunkeln, soweit dies auch bei Temperaturerhöhung möglich ist, durch den Einfluß von Säuren bei solchen Temperaturen zur Keimung gebracht werden, bei denen sie ohne diesen Einfluß nicht keimen.“ Es kommt also den Säuren die Eigenschaft zu, nur im Licht keimende Samen ceteris paribus auch im Dunkeln zur Keimung zu veranlassen. OTTENWÄLDER konstatierte, daß die Säuren ins Sameninnere eingedrungen waren; die Säure wirkte, wie das Licht, nicht momentan auf die Keimung, ferner wirkte sie auf das Keimen günstig, auf die weitere Entwicklung der Keimlinge jedoch ungünstig. „Die Säure ist daher nicht als ein die Keimung im Dunkeln durch Wirkung auf das Plasma auslösendes Agens zu betrachten, sondern besser als Katalysator bei einer durch die Temperatur und andere Einflüsse ausgelösten Reaktion.⁹)

LEHMANN und OTTENWÄLDER vertreten folgenden Standpunkt⁸): „Enzyme, Salzsäure und Licht, zu denen sich dann noch erhöhte Temperatur und in vielen Fällen der Sauerstoff gesellen, haben alle dieselbe Wirkung, sie beschleunigen oder ermöglichen die Keimung. Das kann aber nach unseren heutigen Erfahrungen auf keinem anderen Wege geschehen, als durch Beschleunigung der Abbauvorgänge im Samen. Eine solche Beschleunigung wird aber sicher katalytischer Natur sein, und so kommen wir zum Ergebnis, daß wir dem Licht hier katalytische Funktionen beim Eiweißabbau zuzuschreiben haben.“ Der katalytischen Lichtwirkung will OTTENWÄLDER durch seine Säure-Versuche neue Beweiskraft zugeführt sehen.

Zu einer ganz anderen Auffassung der Lichtwirkung¹⁰) gelangte GASSNER durch seine Versuche über Substratwirkung an *Chloris ciliata*. *Chloris ciliata* hat nämlich, wie auch die andern

---

8) LEHMANN-OTTENWÄLDER: Katalytische Wirkung des Lichtes bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. Z. f. B., 1913, V.

9) OTTENWÄLDER: Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung. Z. f. B. 1914, X.

10) GASSNER: Beiträge zur Frage der Lichtwirkung. Z. f. B. VII, 10.

Gramineen-Früchte, eine semipermeable Samenschale. Nun erbrachte GASSNER den Nachweis[11]), daß keimungsauslösende Stoffe — nämlich die von ihm als solche erkannten N-Verbindungen[12]) — gar nicht in das Innere der ungekeimten Körner einzudringen vermögen und trotzdem keimungsauslösend wirken.

Da keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen und des Lichtes in gleicher Richtung lagen, so ergibt sich nach GASSNER die Folgerung, daß auch die fördernde Lichtwirkung außerhalb des Kornes zu verlegen sei. Schon 1911 hat GASSNER[13]) folgende Hypothese aufgestellt: er nahm an, daß während des Aufenthalts im Keimbett sich allmählich ein „Hemmungsprinzip" bildet, dessen Bildung aber durch Lichtwirkung bzw. chemische Stoffe inaktiviert bzw. verhindert wird. Er verlegt dieses Hemmungsprinzip außerhalb des Kornes und dachte an die Bildung einer „Hemmungsschicht". Nach dem nun erfolgten Nachweis, daß chemische Stoffe keimungsauslösend wirken, ohne in das Innere der Samen eingedrungen zu sein, glaubt GASSNER seiner Hypothese eine feste Grundlage gegeben zu haben.

Katalytische Lichtwirkung und Hemmungsprinzip, das sind die Angelpunkte der beiden Theorien, die sich in der Auffassung des Einflusses des Lichts bei der Lichtkeimung gegenüber stehen.

Wie steht es nun aber um die Erklärung dessen, daß manche Samen vorzugsweise nur im Dunkeln keimen, durch das Licht aber in der Keimung stark behindert werden? Mir sind nur die folgenden Theorien bekannt:

HEINRICHER[14]) schreibt auch der Dunkelheit im gewissen Sinne eine photochemische Wirksamkeit zu und zwar bei solchen Samen, die verdunkelt besser keimen als bei Lichtzutritt. Die photochemische Wirkung ist derart gedacht, daß im Dunkeln Auslösungen katalytischer Prozesse stattfinden, welche die Reaktivierung der Reservestoffe möglich machen bzw. fördern.

---

[11]) GASSNER: Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen. B. d. D. B. G. 1915, XXXIII.

[12]) Auf diese Untersuchungen GASSNERS werde ich im Verlaufe der Arbeit noch eingehender zu sprechen kommen.

[13]) GASSNER: Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes und des Temperaturwechsels auf die Keimung von *Chloris ciliata*. Jahrb. d. Hamb. Wiss. Anst. 1911.

[14]) HEINRICHER: Die Keimung von *Phacelia tanacetifolia* Benth. und das Licht. Bot. Zeitg. 1909.

KINZEL[15]) ist der Meinung, daß die gerade für den Keimungsanfang sehr oft in Betracht kommenden proteolytischen Enzyme durch Sonnenlicht geschädigt würden, was durch die verschiedensten Arbeiten längst bekannt sei.

Die dritte Theorie stammt von LEHMANN[8]) und OTTENWÄLDER[8]); sie suchen die schädliche Wirkung des Lichtes so zu erklären, daß eine Reihe fluorescierender Stoffe, wie Farbstoffe, Alkaloidsalze u. a. m. im Lichte kräftige biologische Wirkung äußern; in Konzentrationen nun, die im Dunkeln kaum einen Einfluß auf Enzyme ausüben, sollen diese fluorescierenden Stoffe bei Sauerstoffzutritt im Licht zerstörend und tötend wirken.

Fast gleichzeitig mit GASSNERs Beiträgen zur Frage der Lichtkeimung[10]) erschien eine vorläufige Mitteilung[16]) über die Ergebnisse einiger Versuche, die ich mit altem, durch lange Zeit am Tageslicht bzw. in Dunkelheit aufbewahrt gewesenen Saatgut von *Phacelia tanacetifolia* angestellt hatte. GASSNER schreibt am Ende seiner Ausführungen: „Auffallend ist es auf jeden Fall, daß wir Stoffe, welche die keimungshemmende Wirkung des Lichtes zu paralysieren vermögen, nicht kennen, während wir die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes in mannigfacher Weise durch chemische Stoffe ersetzen können.“ In meinen Versuchen war es mir aber gelungen, die Samen von *Phacelia tanacetifolia* Benth., eines Dunkelkeimers, durch Lagerung auf schwach saures Substrat auch am Tageslicht zu überaus kräftigem Keimen zu veranlassen.

Da diesbezügliche Versuche noch ganz mangelten, so beschloß ich, einen, wenn auch bescheidenen Beitrag zur Einflußnahme des Substrates auf die Dunkelkeimung zu liefern, zumal da die oben erwähnte Erscheinung mein Interesse in ganz besonderem Maße auf sich zog.

Methodisches.

Untersucht wurden Samen von *Phacelia tanacetifolia*, *Amarantus atropurpureus*, *Solanum lycopersicum* und *Allium Schoenoprasum*; das Saatgut war verschiedener Herkunft, stammte aber durchwegs von vertrauenswürdigen Gärtnereien. Als Keimbett dienten Petrischalen, deren Böden mit 6 Lagen chemisch reinen Filtrierpapiers ausgelegt waren; zur Befeuchtung des letzteren dienten Lösungen von Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure.

---

15) KINZEL: Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart 1918.

16) KUHN: Neue Beiträge zur Kenntnis der Keimung von *Phacelia tanacetifolia* Benth. B. d. D. B. G, 1915, XXXIII.

in Konzentrationen zu 0.1 mol, 0.05 mol, 0.01 mol und 0.005 mol. Lösungen und Filtrierpapier wurden mir von Herrn Dr. Max SIMON, Assistent am chemischen Institut, in freundlichster Weise zur Verfügung gestellt, wofür ich Herrn Dr. SIMON aufrichtigen Dank sage. Das Filtrierpapier wurde mit ca. 6 ccm der betreffenden Lösung getränkt, bei drohendem Austrocknen wurde destilliertes Wasser zugesetzt. Nach Tunlichkeit wurde jeder Versuch gemäß den Vorschriften für das landwirtschaftliche Versuchswesen in 4 Serien zu je 100 Samen ausgeführt. Vor der Auslegung auf das jeweilige Substrat wurden die Samen 24 Stunden lang einer Quellung im Dunkeln unterzogen. Ebenso wurden jene Samen vorbehandelt, die zu Vergleichszwecken auf destilliertes Wasser gebracht dem Tageslicht ausgesetzt wurden. Die Zeit der Beobachtung erstreckte sich auf 14 Tage. Wenn es nicht anders bemerkt wird, fand die Prüfung im nordseitig gelegenen Laboratorium statt, bei einer Temperatur, die zwischen 14° C und 19° C schwankte.

I. *Phacelia tanacetifolia* Benth.

Die folgenden Untersuchungen wurden mit Saatgut vorgenommen, das von HAAGE & SCHMIDT in Erfurt geliefert worden war. Am Tageslicht keimten auf destilliertem Wasser von 100 Samen im Durchschnitt 18, im Dunkeln hingegen 80. Wie schon früher erwähnt, wurde die Wirksamkeit des jeweiligen Substrates viermal auf je 100 Samen hin geprüft.

1) Versuche mit salzsäure-haltigem Substrat bei Tageslicht:

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol HCl	0.05 mol HCl	0.01 mol HCl	0.005 mol HCl
4—7	75	71	18	40
4b—7b	62	77	18	32
50—53	81	74	22	81
50b—53b	58	83	13	41

Aus vorstehender Tabelle ist deutlich sichtbar, in wie hohem Maße das angesäuerte Substrat den schädlichen Einfluß des Lichtes aufzuheben vermag. Die Konzentrationen von 0.1 mol und 0.05 mol sind in der Wirkung am stärksten. Aber nicht nur auf die effektive Zahl der Keimlinge wirkt die Salzsäure im Substrat fördernd, sondern auch auf die Keimungsintensität. Dies veranschaulicht die folgende Tabelle:

Versuchs-Bedingungen	19° C, Tageslicht, HCl verschiedener Konzentrationen								aqu. dest.	
Beginn 25./X. 15.	0.1 mol		0.5 mol		0.01 mol		0.005 mol			
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
26./10.	63	25	48	47	1	9	7	13	1	8
27./10.	9	34	10	16	11	5	17	11	3	2
28./10.	2	8	4	4	2	1	13	4	2	4
29./10.	1	8	2	1	1	2	1	2	3	1

2. Versuche mit Salzsäure-haltigem Substrat bei Verdunkelung.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol	0.05 mol	0.01 mol	0.005 mol
8—11	69	61	67	80
8b—11b	61	72	77	74
62—65	77	64	66	78
62b—65b	64	62	71	73

Aus der Zusammenstellung ist gut ersichtlich, daß Dunkelheit und Säure, bei getrennter Anwendung fördernde Faktoren, sich in der Wirkung hier nicht summieren. Das bei Verdunkelung auf destilliertem Wasser erzielte Resultat — 80 % Keimungen — wurde sogar nur einmal erzielt. Die Intensität der Keimung ist annähernd dieselbe wie bei Auslegung auf destilliertes Wasser.

3. Versuche mit schwefelsaurem Substrat bei Tageslicht.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol	0.05 mol	0.01 mol	0.005 mol
12—15	51	22	17	26
12b—15b	66	32	27	35
54—57	55	33	25	31
54—57b	67	44	29	17

Auch Schwefelsäure erweist sich als geeignetes Mittel, den hindernden Einfluß des Lichtes aufzuheben, bzw. abzuschwächen. Jedoch bleibt die Schwefelsäure in ihrer Wirkung im Substrat hinter der Salzsäure zurück, sowohl was die Zahl der auf ihr erfolgten Keimungen anbelangt als auch was die Intensität der Keimung betrifft.

Versuchs-Bedingungen	19°C, Tageslicht, H_2SO_4 verschied. Konzentration							
Beginn d. V. 29./XI. 15	0.1 mol		0.05 mol		0.01 mol		0.005 mol	
	a	b	a	b	a	b	a	b
30./XI.	29	27	10	17	7	12	8	5
1./XII.	22	20	8	5	14	9	17	7
2./XII.	6	5	2	3	3	0	8	0

4. Versuche mit schwefelsaurem Substrat bei Verdunkelung.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol	0.05 mol	0.01 mol	0.005 mol
16—19	51	39	68	79
16b—19b	69	64	82	85
58—61	66	45	62	80
58b—61b	77	64	65	77

In den stärkeren Konzentrationen summieren sich auch hier Dunkelheit und Säure nicht in der Wirkung. Nur zweimal fand eine geringfügige Steigerung des Keimprozentes bei Anwendung von 0,01 mol und 0,005 mol H_2SO_4 statt.

5. Versuche mit stickstoffhaltigem Substrat bei Tageslicht.

GASSNER [11]) gelang es, die keimungsauslösende Wirkung auch von Stickstoffverbindungen für gewisse lichtempfindliche Samen nachzuweisen. Er fand die Samen von *Geum urbanum*, *Hypericum perforatum*, *Gloxinia hybrida*, *Ranunculus sceleratus*, *Oenothera biennis* und *Chloris ciliata* einerseits durch das Licht, andererseits bei Dunkelheit durch N-Verbindungen in der Keimung gefördert. Als derart fördernd wirksame Verbindungen wurden HNO_3, $Mg(NO_3)_2$, $(NH_4)NO_3$, $(NH_4)_2SO_4$, $NH_4Na_2PO_4$ erkannt. Die N-Verbindungen entsprechend ihrer Wirksamkeit in einer für alle Samen in gleicher Weise gültigen Reihenfolge einzuordnen, war nicht möglich; aber jedesmal mußte es das Element N sein, das in irgendeiner Form den Samen geboten werden mußte, um die Lichtwirkung zu ersetzen. — Die mit Salpetersäure verschiedener Konzentrationen befeuchteten Substrate wirkten wie folgt, auf den Keimungsverlauf ein:

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 m HNO_3	0.05 m HNO_3	0.01 m HNO_3	0.005 m HNO_3
1—4	74	75	8	19
5—8	79	78	6	16
9—12	70	76	6	11
13—16	68	61	8	8

In ihrer Wirkung auf die Zahl der Keimlinge steht die Salpetersäure zwischen Salzsäure und Schwefelsäure; es wäre also die von OTTENWÄLDER angegebene Reihenfolge für den Wirkungsgrad der Säuren in diesem Falle zu Recht bestehend. Was jedoch die Intensität der Keimung anbelangt, so wirkt die Salpetersäure zum Mindesten gleich stark wie die Salzsäure. Ich führe den Keimungsverlauf während der ersten fünf Tage an, denn in dieser Zeit war die Keimung für die Samen auf 0,1 mol und 0,005 mol fast ganz beendet.

Versuchs-Bedingungen	19^0 C, Tageslicht, HNO_3 verschiedener Konzentration							
Beginn d. V. 9. III. 16	0.1 mol		0.05 mol		0.01 mol		0.005 mol	
	a	b	a	b	a	b	a	b
10. III	65	56	61	53	0	2	0	1
11. „	3	6	13	5	1	0	1	4
12. „	2	1	0	1	1	1	2	0
13. „	0	0	1	0	0	0	1	0
14. „	0	0	0	1	0	2	3	2

Den Versuchen mit HNO_3 fügte ich noch solche mit KNO_3 von 0,05 mol Konzentration bei, um zu sehen, ob das Element N als solches keimungsauslösend wirkt, oder ob es in Form einer Säure dem Substrat beigegeben werden muß, um den hemmenden Einfluß des Lichtes zu beseitigen. Mit KNO_3 von 0·5 mol Konzentration hat GASSNER auch versucht, die Keimung einiger Dunkelkeimer, darunter *Phacelia tanacetifolia* Benth., im Dunkeln zu beschleunigen, aber ohne Erfolg. Ein Versuch meinerseits, die Keimung am Licht durch Lagerung auf KNO_3-haltiges Substrat zu fördern, führte ebenfalls zu keinem positiven Resultat, es trat eher das Gegenteil des Erwarteten ein, denn es keimten blos 13 $^0/_0$ der ausgelegten Samen. Und merkwürdigerweise keimten sie mit wenigen Ausnahmen „verkehrt“, d. h. es trat nicht das Keimwürzelchen zuerst heraus, sondern zuerst traten die grünen Kotyledonen aus der Samenschale hervor. Auf diese Erscheinung bei *Ph. t.* machte schon HEINRICHER 13) aufmerksam. Nach seinen Beobachtungen, die ich oft bestätigt fand, tritt ein derartiges Auskeimen nur dann auf, wenn die Samen unter ungünstigen Kulturbedingungen zum Keimen ausgelegt werden.

Wie ist nun die Erscheinung, daß Säuren diesem Dunkelkeimer ein hochwertiges Keimen am Tageslicht ermöglichen, zu erklären? Jedenfalls müßte der Versuch einer Erklärung von der Tatsache ausgehen, daß die Säuren aus dem Substrat ins Innere der Samen eingedrungen sind. Dies wurde dadurch nachgewiesen, daß eine Anzahl Körner zuerst solange mit destilliertem Wasser abgespült wurden, bis sie, auf blaues Lackmuspapier gebracht, keine Rotfärbung desselben mehr hervorriefen; sodann wurden sie auf blauem Lackmuspapier zerdrückt, was jedesmal eine Rotfärbung desselben zur Folge hatte. Es scheint eine Beeinflussung des Samen-Inneren vorzuliegen, vielleicht derart, daß die Säuren auf die im keimenden Samen stattfindenden enzymatischen Prozesse in irgend einer Weise einwirken. HEINRICHER [13]) stellt sich den schädigenden Einfluß des Lichtes auf die Keimung gerade von *Ph. t.* so vor: er sucht die Beeinflussung der Keimung durch das Licht auf photochemische Wirkung bei Reaktivierung der Reservestoffe zurückzuführen; er nimmt an, daß die Wirksamkeit der fettspaltenden Lipase durch im Dunkeln auftretende Säurebildung begünstigt wird, während das unzerlegte Licht und die Strahlen der ersten Spektrumhälfte entsäuernd und dadurch in die Umsetzung des Fettes hemmend eingreifen. Wollte man diese Hypothese einem Erklärungsversuch zugrunde legen, dann wäre das saure Substrat in dem Sinne wirkend, daß die durch das Tageslicht bewirkte Entsäuerung durch die aus dem Substrat aufgenommene Säure ausgeglichen würde. Bevor aber eine Erklärung auf eben zitierter Grundlage aufgebaut werden kann, muß erst der von HEINRICHER angenommene Vorgang einer Entsäuerung experimentell auf seine Richtigkeit geprüft werden. Die Art und Weise, wie diese Prüfung vorgenommen werden könnte, stelle ich mir ungefähr so vor: große Mengen von Samen werden teils am Licht, teils im Dunkeln durch längere Zeit aufbewahrt, sodann getrennt mittels einer dazu geeigneten Presse ausgepreßt, und der Preßsaft hierauf quantitativ auf seinen Gehalt an Säure untersucht; ein Vergleich des Säuregehaltes aus dem Preßsaft des am Licht und des im Dunkeln aufbewahrt gewesenen Saatgutes würde dann wohl zeigen, ob eine Entsäuerung am Licht tatsächlich stattgefunden hat. Eine zweite Möglichkeit zur Prüfung wäre die, den Preßsaft sofort zu gewinnen, einen Teil desselben verdunkelt und den anderen am Licht aufzubewahren, und die quantitative Analyse auf Säure nach etwa einem Jahr vorzunehmen.

Die hier angeführten Versuche ergaben:

Phacelia tanacetifolia Benth., ein Dunkelkeimer, vermag zu sehr hohen Prozentsätzen auch am Tageslicht zu keimen, wenn dem Substrat verdünnte Salzsäure, Schwefelsäure oder Salpetersäure zugefügt wird.

Dunkelheit und Säure summieren sich in der Wirkung nicht.

II. *Amarantus atropurpureus.*

BAARs 4) bereits zitierte Arbeit über die Keimungsverhältnisse bei *Amarantus* lieferte u. a. das Ergebnis, daß die Samen von *Amarantus atropurpureus* bei einer Temperatur von 10° C — 15° C ausgesprochene Dunkelkeimer sind; dieses Verhalten ändert sich aber mit dem Steigen der Temperatur so, daß die Samen bei 30° C vorzugsweise am Licht keimen. Ferner wurde konstatiert, daß die *Amarantus*-Samen eine Ruheperiode mitmachen, die aber im Dunkeln durch Säurewirkung aufgehoben werden kann. Die Samen wurden bei einer Temperatur von 13°—20° C auf Filtrierpapier ausgelegt, das mit 0·5%—1% HCl oder HPO_3 angefeuchtet war. Bei diesen Versuchen keimten im Licht von 250 bloß 3 Samen, während von den verdunkelten Kulturen in einem Falle 20%, in einem 30% und in 3 Fällen je 50% auskeimten. Die Aufhebung der Ruheperiode gelang aber nur im Dunkeln. BAAR fand auch, daß das Alter der Samen von großer Bedeutung für ihre Lichtempfindlichkeit ist.

Meine Versuche erstrecken sich auf die Säurewirkung einmal bei 19° C (Zimmertemperatur), das andere Mal bei einer konstanten Temperatur von 10° C; letztere Versuche fanden bei Tageslicht und im Dunkeln statt, und zwar im ebenfalls nordseitig gelegenen Zimmer für konstante Temperaturen. Die Temperatur in diesem Raume schwankte um 0·1° C, was wohl der Genauigkeit der Versuche keinen Abbruch tut. Das zu den Versuchen verwendete Saatgut war von der Samenhandlung JAKOB ZIEGLER in Salzburg bezogen und im Jahre 1914 geerntet worden.

A. Versuche bei Zimmertemperatur.

Bei der im Zimmer herrschenden Temperatur von maximal 19° C. keimten am Licht auf destilliertem Wasser durchschnittlich 57, im Dunkeln 79 Samen vom Hundert. Versuche wurden nur am Tageslicht ausgeführt.

1. Versuche mit Salzsäure- und Schwefelsäure-haltigem Substrat.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol HCl	0.05 mol HCl	0.01 mol HCl	0.005 mol HCl
4—7	42	57	51	57
4b—7b	50	68	61	57
44—47	41	52	65	58
52—55	56	61	59	57

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol H_2SO_4	0.05 mol H_2SO_4	0.01 mol H_2SO_4	0.005 mol H_2SO_4
8—11	63	45	54	70
8b—11b	60	68	65	57
48—51	67	63	65	66
56—59	64	70	68	65

Die beiden Säuren wirken in diesem Falle nicht stark fördernd; die Wirkung der Schwefelsäure ist hier stärker als die der Salzsäure.

2. Versuche mit Salpetersäure-haltigem Substrat.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol	0.05 mol	0.01 mol	0.005 mol
1—4	91	92	78	84
5—8	85	86	84	86
9—12	91	90	78	77
13—16	83	97	88	76

In ganz bedeutendem Maße ermöglicht die Salpetersäure das Keimen am Tageslicht, besonders die stärkeren Konzentrationen derselben.

Die Salpetersäure beeinflußt auch die Intensität der Keimung ganz wesentlich, während der Keimungsverlauf auf Salzsäure-, bzw. Schwefelsäure-haltigem Substrat ähnlich dem auf destilliertem Wasser ist.

Versuchs-Bedingungen	19° C, Tageslicht, HNO_3 verschiedener Konzentration								aqu. dest.	
Versuchs-Beginn 6. III. 16	0.1 mol		0.05 mol		0.01 mol		0.001 mol			
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
7. III.	18	18	9	10	8	6	1	1	0	0
8. III.	44	43	50	46	29	34	31	31	5	5
9. III.	10	14	16	17	16	29	24	65	30	35
10. III.	5	6	3	4	4	2	5	4	13	19

Auch KNO_3 im Substrat wirkt auf *Amarantus atropurpureus* im Tageslicht keimungsfördernd, wenn auch nicht stark: Im Durchschnitt keimten 63 Samen von 100.

B. Versuche bei konstanter Temperatur von 10° C.

Bei einer konstanten Temperatur von 10° C. keimten am Tageslicht 5 $^0/_0$, im Dunkeln 37 $^0/_0$ der auf destilliertem Wasser ausgelegten Samen.

1. Versuche mit Salzsäure-haltigem Substrat am Licht und im Dunkeln.

am Licht

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol HCl	0.05 mol HCl	0.01 mol HCl	0.005 mol HCl
16—19	2	5	2	0
16b—19b	3	4	2	1

im Dunkeln

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol HCl	0.05 mol HCl	0.01 mol HCl	0.005 mol HCl
20—23	0	24	26	15
20b—23b	3	25	25	12

Vorstehende Übersicht zeigt, daß die Säurewirkung, wenigstens bei *Amarantus atropurpureus*, von der Temperatur abhängig zu sein scheint. Weder im Licht noch im Dunkeln bewirkt die Säure eine Förderung, sie erzielt eher das Gegenteil. Genau dasselbe zeigt sich bei den folgenden Versuchen:

2. Versuche mit Schwefelsäure-haltigem Substrat am Licht und im Dunkeln.

am Licht

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol H_2SO_4	0.05 mol H_2SO_4	0.01 mol H_2SO_4	0.005 mol H_2SO_4
28—31	2	2	2	3
28b—31b	1	2	2	2

im Dunkeln

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol H_2SO_4	0.05 mol H_2SO_4	0.01 mol H_2SO_4	0.005 mol H_2SO_4
24—27	14	18	20	20
24b—27b	15	18	21	22

C. Versuche mit Salpetersäure-haltigem Substrat bei ca. 15° C.

Die bei den soeben angeführten Versuchen gemachte Beobachtung, daß die Wirkung der Säure auf die Keimung von der Temperatur beeinflußt wird, veranlaßten mich, die auf salpetersaures Substrat noch auszulegenden Samenserien einer Temperatur von ca. 15° auszusetzen. Die Versuche fanden am Tageslicht in einem der physiologischen Arbeitszimmer statt, bei einer Temperatur, die zwischen 14.5° C und 15° C schwankte.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol HNO_3	0.01 mol HNO_3	0.05 mol HNO_3	0.005 mol HNO_3
21—24	70	70	12	4
25—28	64	62	15	8

Wiederum zeigt sich der Einfluß der Temperatur auf die Säurewirkung sehr deutlich, wenn man die Ergebnisse, die auf salpetersaurem Substrat bei 19° C erzielt wurden, mit diesen hier vergleicht. Abgesehen von der geringen Wirkung der beiden stärkeren Konzentrationen und dem Versagen der beiden schwächeren, setzt auch die Keimung nicht mit einem Schlag ein, sondern sie vollzieht sich ganz allmählich. —

Amarantus atropurpureus kann als Dunkelkeimer bei geeigneter Temperatur auf angesäuertem Substrat ebenfalls am Tageslicht in sehr hohem Maße auskeimen. Also wirksam zeigt sich HNO_3 im Substrat.

Ferner zeigt sich, daß die Temperatur auf die Wirkung der Säure Einfluß hat.

Hier möchte ich gegen LEHMANNs8) und OTTENWÄLDERs8) Theorie über das Wesen der Dunkelkeimung einen Einwand erheben. Wie bereits früher erwähnt, beruht ihre Erklärung darauf, daß eine Reihe fluorescierender Stoffe, wie Farbstoffe, Alkaloidsalze u. a. m. im Lichte kräftige biologische Wirkung äußern; in Konzentrationen nun, die im Dunkeln kaum einen Einfluß auf Enzyme üben, sollen diese fluoreszierenden Stoffe bei Sauerstoffzutritt im Lichte zerstörend und abtötend wirken.

Daß die Alkaloidsalze am Licht hindernd auf die Keimung der betreffenden Samen wirken, ist im Allgemeinen nicht richtig. Alkaloidsalze enthaltende Samen verhalten sich vielmehr dem Licht gegenüber recht verschieden. So sind z. B. *Atropa Belladonna*14) und *Conium maculatum*16) ganz ausgesprochene Lichtkeimer; erstere enthält das typische Alkaloid Atropin in einer knapp hinter der Samenschale liegenden Zellschicht, letzteres enthält das Coniin in größerer Menge innerhalb der das Endosperm umgebenden Zellen.17) *Aconitum Napellus* dagegen, dessen Alkaloid Aconitin sich inner-

---

16) Kinzel: Licht und Frost als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft, 1915, X.

17) Clautriau: Localisation et signification des alcaloides dans quelques graines. Ann. d. l. Soc. belge de microscopie (Refer. Beihefte zu Bot. Zbl. 1894, IV.)

halb des Endosperms befindet, und *Colchicum antumnale*, dessen Colchicin außerhalb der Nährschicht in der Samenschale lokalisiert ist[18]), sind Dunkelkeimer. Ein weiteres Beispiel für die Lichtkeimung Alkaloidsalze enthaltender Samen, oder zum mindesten deren indifferenten Verhalten dem Lichte gegenüber, sind die Samen von *Cytisus*[19]) *Laburnum* und *Genista*. Beide enthalten das Alkaloid Cytisin, und zwar reichlich in den Kotyledonen, in den Samenschalen aber gar nicht. Die Samen von *Cytisus Laburnum* keimen überhaupt nur am Licht; gequollene Ginstersamen verhalten sich Licht und Dunkelheit gegenüber fast gleich, ungequollene sind hingegen Lichtkeimer.

Über die Keimungsbedingungen von *Hyoscyamus niger* und *Datura Stramonium* liegen noch keine abgeschlossenen Arbeiten vor, doch scheinen sich die Samen des Stechapfels Licht und Dunkelheit gegenüber indifferent zu verhalten.

III. *Solanum Lycopersicum*.

Das Material war von HAAGE & SCHMIDT in Erfurt bezogen worden. Auf destilliertem Wasser keimten am Licht 77% aus, im Dunkeln 94%. Seine Natur als Dunkelkeimer bekundet das Saatgut noch dadurch, daß die Keimung im Dunkeln ungleich rascher zu Ende war als die im Licht, also durch größere Intensität des Keimens bei Dunkelkultur.

Die Versuche wurden nur bei Tageslicht durchgeführt.

1. Versuche mit Salzsäure-haltigem Wasser.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0 1 mol HCl	0.05 mol HCl	0.01 mol HCl	00.05 mol HCl
5–8	81	84	86	83
17—20	87	78	78	77
21—24	78	81	71	75
33—36	86	87	71	82

Eine starke Förderung durch Salzsäure-haltiges Substrat war nicht zu erwirken. Es konnte auch keine Wirkung auf die Dauer des Keimungsverlaufs beobachtet werden.

---

18) BARTH: Bot. Centralblatt Bd. L XXV, 1898.

19) KINZEL: Über die Keimung einiger Baum- und Gehölzsamen. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft 1915, IV./V.

2. Versuche mit Schwefelsäure-haltigem Substrat.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol H_2SO_4	0.05 mol H_2SO_4	0.01 mol H_2SO_4	0.005 mol H_2SO_4
9—12	86	99	80	91
13—16	95	96	89	87
25—28	82	91	89	82
29—32	88	91	82	78

Von allen drei zur Untersuchung gelangten Säuren wirkte die Schwefelsäure am meisten fördernd. Die Intensität der Keimung erfuhr aber keinerlei Beschleunigung.

3. Versuche mit Salpetersäure-haltigem Substrat.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0,1 mol HNO_3	0.05 mol HNO_3	0.01 mol HNO_3	0.005 mol HNO_3
1–4	85	74	54	82
5–8	80	77	53	84
9—12	82	79	63	84
13—16	81	79	60	83

Im Wesentlichen dieselbe Wirkung, wie bei Anwendung von Salzsäure.

Die Keimung von *Solanum Lycopersicum* am Tageslicht konnte durch Beifügung von Säure ins Substrat so gehoben werden, daß die Zahl der Keimungen am Tageslicht die Zahl derer im Dunkeln erreichte, manchmal sogar übertraf. Als besonders wirksam wurde H_2SO_4 von 0.1 mol und 0.05 mol Konzentration befunden.

IV. *Allium Schoenoprasum.*

Das Saatgut wurde von der Firma HAUBENSAK, Wien II, geliefert. Auf destilliertem Wasser keimten am Tageslicht 78%, im Dunkeln 91% der ausgelegten Samen; außerdem setzte die Keimung der im Dunkeln gehaltenen Samen rascher und mit weit höheren Zahlen ein, als bei den Samen in Lichtkultur. Die Säureversuche wurden durchwegs nur am Tageslicht ausgeführt.

1. Versuche mit Salzsäure-haltigem Substrat.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0,1 mol HCl	0.05 mol HCl	0.01 mol HCl	0.005 mol HCl
9—12	18	51	65	81
13—16	19	49	81	81
17—20	8	48	75	77
21—24	15	60	72	76

Eine Förderung der Keimung durch das angewendete Substrat ist nicht ersichtlich. Die drei ersten Konzentrationen wirken mehr oder weniger schädlich, nur die letzte und schwächste kann, im Durchschnitt gerechnet, die Zahl der Keimungen auf destilliertem Wasser erzielen.

2. Versuche mit Schwefelsäure-haltigem Substrat,

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol H_2SO_4	0.05 mol H_2SO_4	0.01 mol H_2SO_4	0.005 mol H_2SO_4
25—28	28	35	73	75
29—32	20	37	77	71
33—36	28	42	79	77
37—40	23	35	77	74

Die Schwefelsäure fördert die Keimung ebenfalls nicht. Hier wie oben setzt die Keimung ganz allmählich ein. In jedem Fall wirkt das saure Substrat geradezu schädlich.

3. Versuche mit Stickstoff-haltigem Substrat.

Versuch Nr.	Zahl der erfolgten Keimungen auf			
	0.1 mol HNO_3	0.05 mol HNO_3	0.01 mol HNO_3	0.005 mol HNO_3
41—44	14	31	73	67
45—48	19	85	64	64
49—52	22	29	66	72
58—56	16	25	69	74

Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure zeigten, ins Substrat gegeben bei *Allium Schoenoprasum* keine fördernde Wirkung auf das Keimen am Tageslicht, weder in Bezug auf das Keimprozent noch auf die Intensität der Keimung. Auch auf Substrat mit 0,05 mol KNO_3 vermochten die Samen nur zu 67% zu keimen.

Diese Versuche sind insofern von Interesse, als deren negatives Ergebnis in gewisser Beziehung ein Gegenstück zu einigen Versuchen OTTENWÄLDERs sind. Es gelang nämlich OTTENWÄLDER in keiner Weise, *Gloxinia hybrida* und *Ranunculus scelcratus*, zwei Lichtkeimer, im Dunkeln zur Keimung zu bringen. GASSNER[11]) veranlaßte jedoch diese durch stickstoffhaltiges Substrat auch im Dunkeln zu keimen. —

Der Zweck dieser Untersuchung, Stoffe, welche die keimungshemmende Wirkung des Lichtes zu paralysieren vermögen, nachzuweisen, kann wohl als erreicht angesehen werden. Erst nach Prüfung des Einflusses weiterer anorganischer, dann organischer

Säuren und alkalischer Stoffe im Substrat wird man sich über die vermutliche Ursache der Beziehungen zwischen Substrat und Licht ein Bild machen können und damit dem Problem der Keimung vielleicht um einen Schritt näher rücken. —

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Dr. HEINRICHER, für alle gehabten Bemühungen und gegebenen Anregungen bestens zu danken.

Innsbruck, im Mai 1916.

35. F. W. Neger: Über die Ursachen der für akute Rauchschäden charakteristischen Fleckenbildung bei Laubblättern.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 4. Juni 1916.)

Werden Laubbäume mäßig konzentrierten Gasen von schwefliger Säure, Salzsäure, Chlor, Fluorwasserstoff etc. ausgesetzt, so beobachtet man nach einigen Tagen Fleckenbildungen, welche als mehr oder weniger charakteristisch für sog. akute Rauchschäden angesehen werden. Bald sind es die Randpartien der Blätter, bald die zwischen den Hauptseitennerven liegenden Teile, welche in voller Ausdehnung, oder in unterbrochenen Feldern stark gebleicht erscheinen. Häufig sind die hellen Flecken von einem dunkeln Rand eingerahmt; häufig sind aber die Flecke auch ganz unregelmäßig verteilt. Man könnte zunächst den Eindruck erhalten als ob es sich hier um äußerliche Ätzungen des Blattgewebes durch die sauren Gase handle, indem entsprechend der verschiedenen Konzentration der Rauchschwaden einzelne Blattstellen mehr, andere weniger betroffen werden.

Dies ist aber nicht der Fall, wie aus folgendem Versuch hervorgeht: Werden abgeschnittene Zweige (von Esche, Buche und dergl.) erst dann der Wirkung saurer Gase ausgesetzt, wenn die Blätter ihren Turgor verloren haben, d. h. beginnen zu welken, so entstehen keine Ätzflecken. Dies beweist, daß die giftigen Gase nicht von außen sondern von innen her angreifen, d. h. sie müssen erst durch die Spaltöffnungen in das Innere der Blätter eingedrungen sein. An welkenden Blättern ist dies nicht möglich, weil sich hier die Spaltöffnungen in Folge von Turgorabnahme geschlossen haben[1]).

Was nun weiter die Art der Fleckenbildung anlangt, so ist unter Zugrundelegung der eben ausgeführten Tatsache, daß die giftigen Gase nicht äußerlich sondern innerlich ätzend angreifen, leicht einzusehen, warum es vorwiegend die Interkostalfelder sind, welche die Zerstörung des Blattgewebes zeigen. Hier ist das Schwammparenchym am lockersten, die Interzellularräume am größten und zahlreichsten, so daß sich das gasförmige Gift hier am besten ausbreiten kann.

Dazu kommt, daß hier — wie auch am Blattrand — die Wasserversorgung von den Nerven her am wenigsten erfolgreich ist.

Da nun aber, wie ich früher gezeigt habe[2]), kranke Organe ihren Wassergehalt schneller einbüßen als gesunde, so wird an den Interkostalfeldern sowie am Blattrand — unter dem Einfluß der giftigen Gase — zuerst jener Grad von Eintrocknung erreicht werden, der den Tod der Zellen bedeutet.

Sorgt man aber dafür, daß die Wasserabgabe der rauchkranken Blätter gehemmt wird — indem man die geräucherten Sprosse bei mehr oder weniger weitgehendem Lichtabschluß unter eine Glasglocke stellt —, so verbreitet sich das Gift im Blatt gleichmäßig weiter und bewirkt, daß die ganze Blattfläche — einschließlich der an die Nerven grenzenden Partien — jene für langsame Rauchvergiftung charakteristische fahlgrüne Färbung annimmt.

Bei diesen Versuchen hatte ich nun Gelegenheit eine Beobachtung zu machen, welche erlaubt einen Blick zu werfen in die feineren Vorgänge, welche das Zustandekommen der „Rauchschadenflecken“ bedingen.

---

[1]) Diese Versuche wurden im hiesigen botanischen Institut schon vor 3 Jahren angestellt (NEGER und LAKON, Studien über den Einfluß von Abgasen auf die Lebensfunktionen der Bäume, in Mitt. forstl. Versuchsanstalt zu Tharandt Bd. I. Heft 3. 1914.).

Neuerdings hat nun WEBER (Eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen, in Ber. D. bot. Ges. Bd. XXXIV 1916. S. 174) einen Versuch beschrieben, der eigentlich auf das gleiche hinausläuft. Er ließ Ammoniakdämpfe auf frische und welkende Sprosse von Laub- und Nadelhölzern einwirken und fand, daß Vergiftungserscheinungen nur an frischen (turgescenten) Blättern eintreten. WEBER nimmt in seiner Mitteilung nur auf eine kurze Zusammenfassung (von mir) in der Zeitschrift „Naturwissenschaften“ 1915, nicht aber auf unsere ausführliche, leider wenig bekannt gewordene Untersuchung, die ihm offenbar nicht zugänglich war, Bezug. Wir haben damals nicht nur mit Nadelholzsprossen, sondern auch mit Laubholztrieben operiert und gefunden, daß die Behandlung mit giftigen Gasen den Öffnungszustand der Stomata vorzüglich zu veranschaulichen hilft (S. 186).

[2]) NEGER und LAKON (l. c.).

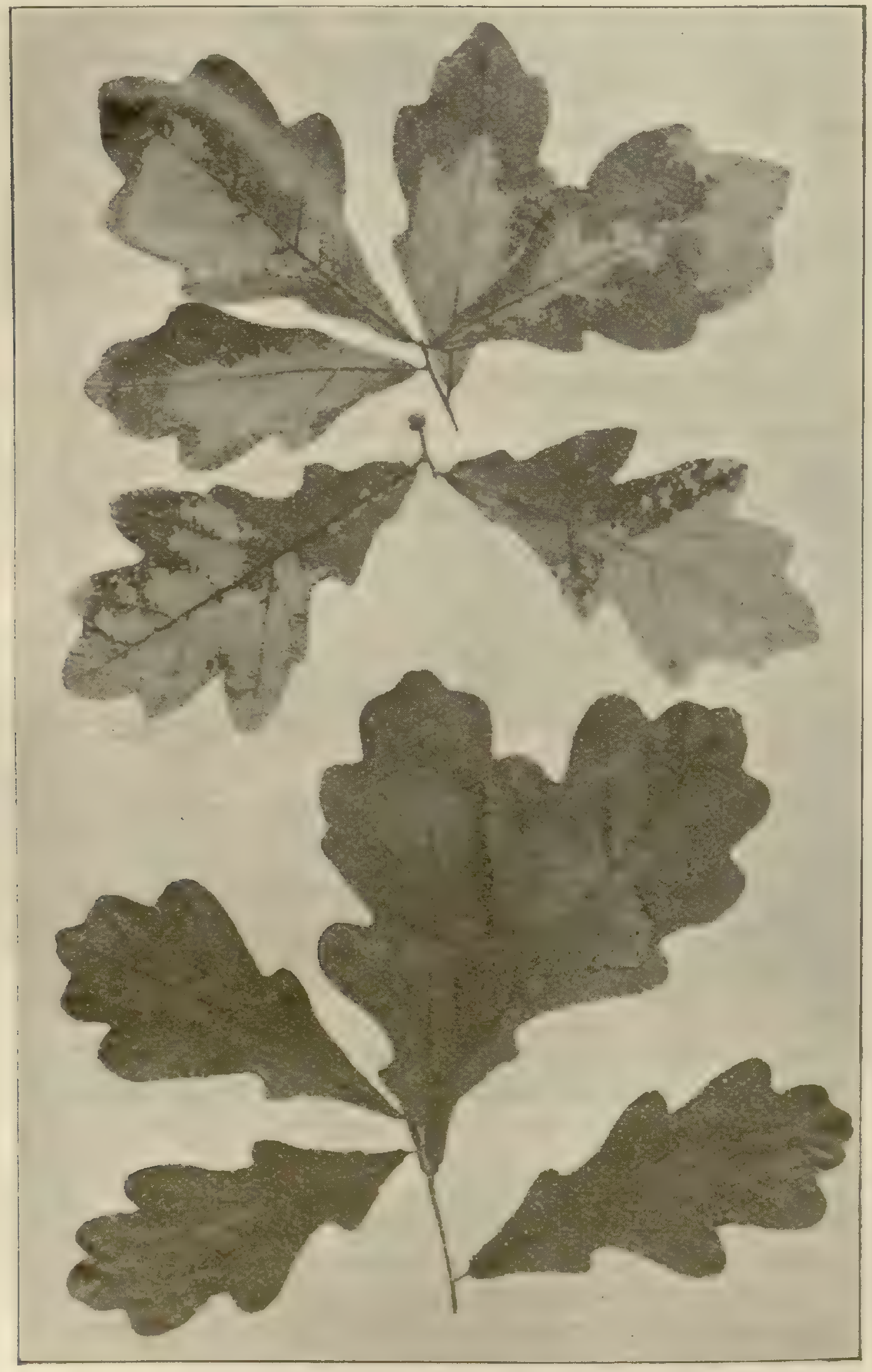


Abb. 1. Eichentriebe (von einem Individuum stammend) unter einer Glasglocke im Dunkeln schwacher SO_2-Wirkung ausgesetzt, der obere Trieb wurde dann dem Sonnenlicht ausgesetzt, der untere Trieb blieb im Dunkelraum.

Werden Laubsprosse nach der Räucherung (die im Dunkelraum stattgefunden hat) nicht dem Sonnenlicht ausgesetzt, sondern läßt man sie im Dunkeln stehen, so entstehen die oben beschriebenen Blattränderungen und Flecken auf den Interkostalfeldern überhaupt nicht, vielmehr tritt nur die vorhin genannte fahlgrüne Färbung auf.

Sowie man aber solche Blätter dem direkten Sonnenlicht aussetzt, stellt sich im Laufe von 1—2 Tagen die charakteristische Fleckenbildung ein. (s. Abb. 1.)

Wir können demnach sagen: Der Vorgang der Rauchschadenfleckenbildung zerfällt in zwei Teilprozesse:

a) durch die sauren Gase werden die Zellen so weit geschädigt, daß sie früher oder später absterben,

b) die so getöteten Gewebepartien erfahren durch das Sonnenlicht eine Verfärbung; die letztere ist ein postmortaler Vorgang, ebenso wie die für Nadelhölzer so überaus charakteristische intensive Rötung[1]) (die sich nicht nur nach Rauchgaswirkung, sondern auch bei anderen Krankheitsursachen — Infektion durch den Schüttepilz, Frost und dergl. — einstellt[2]).

Die Feststellung, daß es zur Bildung der Flecken intensiver Lichtwirkung bedarf, ist nach verschiedenen Richtungen hin bedeutungsvoll.

Durch die Untersuchungen von WISLICENUS[3]) und von WIELER[4]) ist der Nachweis geliefert worden, daß durch die meisten giftigen Gase (insbesondere durch SO_2) der Assimilationsprozeß schwere Störungen erleidet — SO_2 kann geradezu als spezifisches Assimilationsgift bezeichnet werden —, d. h. bei gleichzeitig tätiger Assimilation wirkt SO_2 weit giftiger auf die lebende Pflanzenzelle als bei ruhender Assimilation.

---

[1]) Vergl. NEGER und FUCHS, Untersuchungen über den Nadelfall der Koniferen. Jahrb. wiss. Bot. 1915.

[2]) Es könnte jemand den Einwurf machen, daß bei dem nachträglich dem Licht ausgesetzten Zweig die Blätter noch SO_2 enthalten und demnach zur Entstehung der Flecken die gleichzeitige Einwirkung von SO_2 und Licht erforderlich sei.

Diesem Einwurf möchte ich begegnen, indem ich bemerke, das die Flecken auch dann entstehen, wenn der geräucherte Trieb, ehe er dem Licht ausgesetzt wurde, noch ca. 8 Tage im Dunkeln verharrte. Es ist anzunehmen, daß in dieser Zeit das vom Blatt aufgenommene Schwefeldioxyd größtenteils wieder abgegeben worden ist.

[3]) Über die äußeren und inneren Vorgänge der Einwirkung stark verdünnter saurer Gase etc. auf die Pflanzen. Mitt. fortstl. Versuchsanstalt Tharandt Bd. I. Heft 3. 1914.

[4]) Untersuchungen über die Einwirkungen schwefliger Säure auf die Pflanzen. Berlin. 1905.

Die Versuche, welche WISLICENUS sowie WIELER in dieser Richtung angestellt haben, wurden in der Weise durchgeführt, daß die Versuchspflanzen teils bei kräftiger Insolation, teils bei Ausschluß des Tages- bzw. künstlichen Lichtes gleichen Konzentrationen des giftigen Gases ausgesetzt und dann der Erfolg an den Pflanzen beobachtet wurde. Wenn nun an den Dunkelpflanzen keine Verfärbung nachzuweisen war, so wurde hieraus der Schluß gezogen, daß eine Schädigung nicht stattgefunden hatte. Dies ist aber nach meinen obigen Ausführungen ein Fehlschluß. Rauchschädigungen können recht wohl vorliegen, aber kaum bemerkbar sein, wenn die Lichtwirkung ausgeschaltet wurde. Erst durch mehr oder weniger kräftige Insolation werden bestehende Beschädigungen deutlich erkennbar.

Entscheidend können also die von WISLICENUS angestellten Versuche nur dann sein, wenn die im Dunkeln mit SO_2 behandelten Versuchspflanzen nachträglich dem Sonnenlicht ausgesetzt und der Erfolg der Insolation abgewartet wird. Nur wenn auch jetzt die Verfärbung ausbleibt, kann mit Bestimmtheit behauptet werden, daß die betreffende Konzentration unschädlich war.

Jedenfalls kann also ein bei Lichtausschluß kaum nennenswerter Schädigungsgrad bedenklich werden, wenn nachträglich intensive Lichtwirkung einsetzt.

Solche Nachwirkungen hat schon WIELER beobachtet, wenn er[1]) davon spricht, daß im Dunkeln Rauchgasen ausgesetzte Buchenpflanzen — die zunächst keinerlei Verfärbung zeigten — nachträglich im Licht Flecken bekamen.

Man wird dann nicht fehlgehen, wenn man das SO_2-Gas geradezu als Photokatalysator (Sensibilisator) anspricht, durch welches die zerstörende Wirkung des Lichtes auf lichtempfindliche Eiweißkörper (Chlorophyll) erhöht wird, und es anderen Photokatalysatoren an die Seite stellt.[2])

Dann gewinnt aber die schon von WIELER[3]) vorgeschlagene Erklärung sehr an Wahrscheinlichkeit, welche sich auf eine von KOHL[4]) vertretene Ansicht stützt, daß das Chlorophyll unter dem

---

1) Ber. D. Bot. Ges. 1902.

2) Z. B. dem Eosin (Ich erinnere an die bekannte Erscheinung der sog. Eosinschweine, d. h. mit eosinhaltiger Gerste gefütterter Schweine, welche im schattigen Stall gesund blieben, im Sonnenlicht aber unter heftigen Erkrankungserscheinungen eingingen.

3) l. c. 1902.

4) Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in der Pflanze. Leipzig 1902.

Einfluß des Sauerstoffs und des Lichtes beständig zerstört werde, aber — unter normalen Verhältnissen — dauernd regeneriert werde, wodurch uns die Zerstörung nicht zum Bewußtsein kommt.

Die sauren Gase (bes. SO_2) hätten dann die Wirkung, daß die Regeneration des Chlorophylls unterbleibt, während die Verfärbung des Chlorophylls unter dem Einfluß des Sonnenlichtes ein normaler Vorgang wäre.

Natürlich können die gleichen Erfolge durch andere lebensfeindliche Faktoren — Kälte, Trockenheit etc. — erreicht werden. Unter diesen Umständen ist aber leicht einzusehen, daß das Krankheitsbild bei Frost, Trockenheit u. a. häufig genau das gleiche ist wie bei Erkrankungen infolge der Einwirkung saurer Gase, und in der Tat treten infolge von Spätfrost, Trockenheit etc. Beschädigungen auf, welche von den durch Rauchgase verursachten nicht zu unterscheiden sind.

Auch hier kommt das eigentliche Krankheitsbild als eine durch Lichtwirkung bedingte postmortale Verfärbung zustande. Bei Ausschluß von Licht beobachtet man höchstens einen Umschlag des gesunden Grüns in eine fahle graugrüne Farbe.

Diese Tatsachen mögen insbesondere von denjenigen beherzigt werden, welche glauben, aus gewissen „Symptomen“ auf Rauchschäden schließen zu können. Für die Rauchschadenexpertise ist es freilich betrübend, daß vieles, was bisher als zweifellos charakteristisch für Rauchbeschädigung gegolten hat, diese Bezeichnung nicht oder nur in sehr bedingtem Maß verdient. Immerhin ist es besser einen Wahn zu zerstören, als in falschen Ideen befangen, zu glauben, einen richtigen Weg zu wandeln.

Bot. Institut der Kgl. Forstakademie.
Tharandt, Juni 1916.

36. Alexander Lingelsheim: Über einige Ascidienbildungen der Blätter von Magnolia.

(Mit Tafel X.)

(Eingegangen am 20. Juni 1916.)

Von Tutenbildungen an den Laubblättern von *Magnolia acuminata* L. ist bisher ein einziger Fall bekannt geworden, den ich im vorigen Jahre auffand¹); die gleiche Abnormität gibt PENZIG²) nur noch für *Magnolia Yulan* an. 1903 erwähnte GEISENHEYNER³) die gleiche Erscheinung bei dem Bastard *Magnolia Yulan* × *purpurea*.

Im Mai dieses Jahres hatte ich nun Gelegenheit, bei derselben Pflanze, an welcher die erste Ascidie gefunden wurde, einem etwa 3 m hohen Baumstrauch des Breslauer Königl. Botanischen Gartens, an verschiedenen Zweigen über ein Dutzend Blattascidien in allen Stadien der Entwicklung zu bemerken. Davon trug ein und derselbe Ast an seinem Ende zwei kleine, aufeinander folgend und übermäßig lang gestielt. Auf weitere, zwei eigenartige, akzessorische Ascidien älterer Blätter soll unten näher eingegangen werden.

Wenn das vereinzelte Auftreten solcher Blattdeformationen auch als ein Spiel des Zufalls bewertet werden kann, so glaube ich in Ansehung der reichen Entwicklung allein in der unteren Laubregion, die genauer in Augenschein genommen wurde, von einer Tendenz dieses Pflanzenindividuums, Ascidien zu bilden, wohl reden zu dürfen. Man könnte versucht sein, hier von „Ascidiensucht“ zu sprechen, mögen auch deren innere Ursachen vorläufig unenthüllt verbleiben. Ähnlich spricht sich bei einer anderen Gelegenheit LENECEK⁴) aus, der bei einer Linde 20—30 %, bei einer Ulme sogar 70—80 % aller Blätter zu Tuten umgewandelt vorfand. Auch sei hier an die beiden seltsamen Feigenbäume im Botanischen Garten in Calcutta erinnert, die konstant Blattschläuche hervorbringen⁵).

---

1) LINGELSHEIM, Teratologische Beobachtungen, in Jahresber. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur 1916, Sitzg. d. zool. bot Sekt v. 13. Januar.

2) PENZIG, Pflanzenteratologie I (1890) 207.

3) GEISENHEYNER, Über einige Monstrositäten an Laubblättern, in Ber. Deutsch. Botan. Ges. XXI (1903) 447 t. XXIII.

4) LENECEK in Mitt. naturw. Ver. Univ. Wien 1893 (19—29), (1894) 18—22 nach Just. Bot. Jahresber. XXII (1897) 219.

5) C. DE CANDOLLE, Sur un Ficus à hypoascidies, in Arch. scienc. phys. et naturell. IV. périod. XII (1901) 623 t. V.

Jene erwähnten, als akzessorische Ascidien bezeichneten Bildungen waren an älteren, vollkommen ausgewachsenen, normalen Laubblättern entstanden. Der erste Fall (Abb. 1) zeigt, wie auf der Rückseite eines 12 cm langen, 9 cm breiten Blattes, zwischen dessen siebentem und achtem Sekundärnerven aus dem Hauptnerv eine gestielte, kleine Ascidie entspringt. Der Stiel derselben ist 1 cm lang, gleich dem Hauptnerven des erzeugenden Blattes kurz behaart. Die trichterförmige, nach dem Rücken des Mutterblattes hin etwas einseitig vorgezogene Ascidie mißt hier 4 cm an Länge bei etwa 2 cm Durchmesser am oberen Rande, ist außen etwas verkahlt und wird von einem Hauptnerven mit sechs Nebennervenpaaren durchzogen. Der Hauptnerv endigt oben in einer kurzen, stumpflichen Träufelspitze.

Die andere Mißbildung (Abb. 2) nimmt ihren Ursprung gleichfalls aus der Dorsalseite eines fast ebenso großen Blattes, nur entbehrt sie völlig eines Stieles. Das geschlossene Ende der Tute liegt an der Basis des siebenten Seitennerven, von der kurzen Träufelspitze des Schlauchblattes 7 cm entfernt; der Durchmesser am oberen Rande beträgt 3,5 cm. Der Hauptnerv gibt jederseits acht bzw. neun Seitennerven ab und ist mit dem Primärnerv des Mutterblattes bis zur Ansatzstelle des neunten Seitennerven fest vereinigt, hier löst er sich los, doch bleibt das Gewebe der Tute seitlich im Verbande mit der Substanz des Mutterblattes bis zu dessen zehnten Sekundärnerven. Die Außenseite des Schlauchblattes ist wie die Unterseite der normalen Laubblätter dicht weißlich, angedrückt behaart.

GEISENHEYNER[1]) beschreibt von *Magnolia Yulan* ein „diphylles Trichterblatt", welches von ähnlichem Bau wie die obige Monstrosität ist, aber bei welchem die Orientierung der Ascidie die umgekehrte ist.

Morphologisch sind die beiden zuletzt geschilderten Bildungen zweifellos als Doppelspreiten zu deuten, wozu die seltene Komplikation kommt, daß dieselben den Habitus von Schlauchblättern angenommen haben.

In der Literatur beschreibt EICHLER[2]) eine ähnliche Koinzidenz bei der Magnoliacee *Michelia Champaca*, jedoch ist hierbei der Entwicklungsgang und die Orientierung der neugebildeten Lamina abweichend.

---

[1]) GEISENHEYNER l. c. 447 t. XXIII Abb. 7.

[2]) EICHLER, Verdoppelung der Blattspreite bei *Michelia Champaca* L., nebst Bemerkungen über verwandte Bildungen, in Ber. Deutsch. Botan. Ges. IV (1886) 37. Tafel II.

Nach EICHLER ist das zur einfachen Ascidie umgewandelte Blatt, welches ebenfalls bei *Michelia* konstatierte, das Primäre. An dieser Ascidie entsteht durch nachträgliches Wachstum flügelartiger Leisten, die er an einer zweiten Mißbildung zeigt, das untere Blatt, welches ganz normal entwickelt wird, aber bald die Tute auf der Rückenseite, bald auf der Ventralseite trägt.

Es dürfte in unserem Falle wohl kein Zweifel aufkommen, daß hier die Ascidien Neubildungen bzw. sekundäre Anhangsgebilde des sie tragenden Mutterblattes sind; schon die Größenverhältnisse sprechen entscheidend dafür.

Die äußere Erscheinung des in Abb. 1 dargestellten Falles ähnelt ferner der „Heteromorphy“ bei *Lactuca*, die MASTERS[1]) abbildet, aber die Stellung der Blattflächen ist dabei die umgekehrte, wie sie bei Doppelspreiten als Regel auftreten soll, indem die Dorsalseiten einander abgewandt sind.

Sowohl für die nervenbürtigen[2]) als auch für interkostale[3]) Spreitenverdopplungen überwiegen die Fälle, in denen die kohaerenten Flächen einander zugekehrt sind. Dies betont besonders MAGNUS[4]), welcher bei Besprechungen über die Konstanz der morphologischen Beziehungen der Blattflächen zueinander geradezu als von einem Gesetz redet.

Wir müßten dann füglich den MASTERSschen Fall, seine richtige graphische Feststellung vorausgesetzt, ganz aus dem Rahmen der eigentlichen Doppelspreitenbildungen ausschalten. Aber auch bei einigen Beobachtungen EICHLERs[5]) stimmt die Orientierung der Blattseiten nicht mit den Anschauungen über ein durchaus gesetzmäßiges Verhalten der beiden Blattspreiten zu einander überein, so daß wir der Ansicht dieses Autors beipflichten müssen, wenn er, entgegen den Deutungen ČELAKOWSKYs[6]) betreffs des morphologischen Wertes der Integumente des Ovulums, bemerkt[7]). „Doch lassen sich diese Vorkommnisse wohl nicht, wie ČELAKOWSKY gewollt hat, zur Unterstützung seiner Vorstellung von der Bildungsweise des Ovulums verwenden; denn abgesehen davon, daß die Umkehrung der Flächen für Ober- und Unterspreite durchaus nicht konstant ist, so lehren auch die Übergänge, daß sie nicht als das Ursprüngliche, Primäre angesehen werden kann.“

---

[1]) MASTERS, Vegetable Teratology (1869) 313. Fig. 167.

[2]) P. MAGNUS in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. XXXIII (1881) 46.

[3]) P. MAGNUS l. c. XXIX (1877) 95; URBAN l. c. XVIX (1877) 134; LINGELSHEIM, Interkostale Doppelspreitenanlagen bei *Aruncus silvester* L., in Centralbl. Bakteriol. Parasitenk, 2. Abt, XXXXV (1916) 301.

[4]) P. MAGNUS l. c. XXIX (1877) 95.

[5]) EICHLER l. c. 39, Taf. II, Abb. 5 u. 6.

[6]) ČELAKOWSKY, Neue Beiträge zur Foliartheorie des Ovulums, in Abh. k. böhm. Ges. Wiss. XII (1884) 1—42, Taf. VI, I u. II.

[7]) EICHLER l. c 41.

Meine, an den übrigen Magnolien des Botanischen Gartens angestellten Prüfungen ergaben weiterhin das erwähnenswerte Resultat, daß außer *Magnolia acuminata* noch *Magnolia conspicua* Salisb. und *Magnolia conspicua* × *obovata* sehr zahlreiche, *Magnolia tripetala* L. nur wenige Ascidien trugen. Es scheinen also wohl in der Gattung *Magnolia* solche Fälle relativ häufig zu sein, was mit der eingerollten Knospenlage der Blätter, die sich im Stadium sehr vorgeschrittener Ausbildung entfalten, vielleicht auch im ursächlichen Zusammenhange stehen mag. Die Knospen bleiben außerdem lange Zeit von den scheidenartig verwachsenen Stipeln eng umschlossen.

Die Verwachsung dieser Scheide mit einer langgestielten Ascidie, wie sie mir bei *Magnolia conspicua* × *obovata* (Abb. 3) entgegentrat, dürfte wohl auch ein Novum darstellen.

Auf den ganz besonders merkwürdigen Fall des Auftretens einer Doppelascidie, wie ich sie nennen will, bei *Magnolia conspicua* sei zum Schluß noch hingewiesen (Abb. 4). An dem Hauptnerven der Rückenseite einer Ascidie von 3 cm Länge und 1 cm lichter Weite ist eine zweite, kleinere von 1 cm Länge und 0,5 cm Durchmesser angewachsen und zwar derart, daß ihre Spreite an der Spitze zur Hälfte in die Spreite der größeren Ascidie unmittelbar übergeht, während die Gegenhälfte frei endet. Ob hier eine echte Überspreitung vorliegt, sei dahingestellt.

Erklärung der Tafel X.

Abb. 1. Gestielte Ascidie, aus dem Mittelnerv des Laubblattes von *Magnolia acuminata* entspringend.

Abb. 2. Ascidie von *Magnolia acuminata*, dem Mittelnerv eines Laubblattes angeheftet.

Abb. 3. Verwachsung einer Ascidie mit der Nebenblattscheide bei *Magnolia conspicua* × *obovata*.

Abb. 4. Doppelascidie von *Magnolia conspicua*.

37. Hermann Losch: Über die Variation der Anzahl der Sepalen und der Hüllblätter bei Anemone nemorosa L. und über den Verlauf der Variation während einer Blütenperiode nebst einigen teratologischen Beobachtungen.

(Mit Tafel XI.)

(Eingegangen am 22. Juni 1916.)

Die Variation der Anzahl der Sepalen bei *Anemone nemorosa* L. ist schon mehrmals untersucht worden. REGEL[1]) bringt in einer Tabelle neben eigenen Zahlen von 3 Standorten im Gouvernement Petersburg noch die Ergebnisse von G. U. JULE von 3 verschiedenen Standorten in England, die z. T. in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren erhalten wurden, und die von Z. CHMIELEWSKI von 3 Standorten aus der Gegend von Lemberg in Galizien. Daß der Variationsgrad und die Durchschnittsanzahl der Sepalen an den verschiedenen Standorten verschieden groß ist, ist bekannt; ebenso ist bekannt, daß diese Verhältnisse sich in verschiedenen Jahren ändern. Ich stellte mir nun die Aufgabe, zu untersuchen, ob diese Verhältniszahlen sich während einer Blütenperiode ändern und in welchem Sinne, und ob etwaige Verschiebungen der Verhältniszahlen überall gleichsinnig oder an verschiedenen Standorten in verschiedenem Sinne ausfallen.

Die Zählungen wurden zunächst an 5 verschiedenen Standorten in der Umgebung von Hohenheim vorgenommen. An jedem Standort wurden 4 mal je 500 Exemplare gezählt. Zwischen den einzelnen Zählungen an jedem Standort lag genau je eine Woche. Die erste Zählung fällt an jedem Standort mit dem ersten Aufblühen zusammen; es blühte erst ein Teil der Exemplare des Bestandes. Bei der zweiten Zählung war der Bestand in voller Blütenentfaltung; die vierte Zählung fällt mit dem Abblühen des größten Teils des Bestandes an jedem Standort zusammen, während die dritte Zählung mit keinem besonderen Blühzustand zusammenfällt. An jedem der Hohenheimer Standorte wurden also 4 × 500 = 2000 und an den fünf Standorten zusammen 10 000 Exemplare gezählt. Außerdem wurden noch zwei Standorte aus der Umgebung von Ulm herangezogen, die sich klimatisch und in bezug auf die geologischen Bodenverhältnisse von den Hohenheimer Standorten unterscheiden. Dort konnten wegen ungünstiger Witterung (Schneefall und Regen) nur zwei Zählungen vorgenommen werden. Die erste Zählung deckt sich mit der zweiten Hohenheimer Zählung: volle Blütenentfaltung des Bestandes. Die zweite Zählung fällt mit der vierten Hohenheimer zusammen: Abblühen des größten Teils des Bestandes. An dem einen Ulmer Standort wurden 2×500, an dem anderen 2×1000 Exemplare, zusammen mit den Hohenheimer Standorten also im ganzen 13 000 Exemplare gezählt. Die gezählten Exemplare wurden abgezupft, so daß bei der nächsten Zählung nicht mehr dieselben mitgezählt werden konnten.

---

[1]) REGEL, R., Anzahl der Sepalen bei *Anemone nemorosa* L. (Bulletin für angewandte Botanik, St. Petersburg, 4. Jahrg. 1911, S. 262—264).

Im folgenden soll an der Hand der Tabellen gezeigt werden, wie sich die Verhältnisse der Anzahl der Sepalen erstens zwischen dem Aufblühen und der vollen Blütenentfaltung und zweitens zwischen letzterer und dem Abblühen verschieben.

Weiter wurde auch die Variation der Anzahl der grünen Hüllblätter und die prozentuale Verteilung der abnormen Hüllblätterzahl in bezug auf die Zahl der Sepalen festgestellt. Außerdem wurden noch teratologische Veränderungen beobachtet und mit den erhaltenen Zahlen in Beziehung gebracht.

Beschreibung der Standorte.

A. In der Umgebung von Hohenheim.

I. Gehölz am sog. Exotischen Garten.

Leicht nach SO geneigt. Lichtverhältnisse wegen etwas eingeschnittener Lage weniger gut als bei Standort III. Ziemlich feucht; von dem Abfluß eines Fischteiches durchflossen.

Hochstämme von: *Fraxinus excelsior*, *Ulmus campestris*, *Ulmus montana*, *Acer Pseudoplatanus*, *Prunus Padus*, *Alnus glutinosa*. Unterholz von: hauptsächlich *Prunus Padus;* dann *Lonicera xylostea*, *Crataegus oxyacantha*, *Ulmus campestris*, *Ulmus montana*, *Acer campestre*, *Evonymus europaea*. Sonstige Pflanzen: *Ranunculus ficaria* massenhaft; *Arum maculatum*; z. T. Moospolster.

II. Arboretum im Botanischen Garten.

Ebene Lage am SO-Rande des Gartens. Lichtverhältnisse gut. Feuchtigkeit mäßig. Hochstämme von: Linden, Eichen, *Carpinus Betulus*, Ulmen, Ahorn. Unterholz von: *Sambucus*-Arten, *Ulmus campestris*, *Viburnum Opulus*, *Crataegus oxyacantha*, *Fraxinus excelsior*, *Spiraea sp.*, *Acer Pseudoplatanus*, *Evonymus europaea*, *Acer campestre.* Sonstige Pflanzen: *Ranunculus ficaria*, *Arum maculatum.*

III. Gehölz am „Langen See“.

Nach S geneigter Hang. Lichtverhältnisse sehr gut. Ziemlich feucht, z. T. von Wassergerinseln durchzogen. Hochstämme von: *Fraxinus excelsior*, *Acer Pseudoplatanus*, *Prunus Padus*, *Alnus glutinosa*. Unterholz von: *Prunus Padus*, *Evonymus europaea*, *Lonicera xylostea*, *Fraxinus excelsior*. Sonstige Pflanzen: *Ranunculus ficaria* massenhaft; dicht an den Wassergerinseln *Caltha palustris* und *Anemone ranunculoides*, hier aber keine *Anemone nemorosa*.

IV. Unterer Rand des Waldes zwischen Plieningen und Scharnhausen.

Stark nach Norden abfallender Hang. Lichtverhältnisse mäßig. Feuchtigkeit mittelstark. Keupermergel, darüber Humusboden. Hochstämme von: *Quercus pedunculata* (vorwiegend), dann *Carpinus Betulus*, *Fraxinus excelsior* und *Acer Pseudoplatanus*. Unterholz von: *Corylus Avellana*, *Carpinus Betulus*, *Crataegus oxyacantha*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum Opulus*, *Evonymus europaea*, *Rubus sp.*, *Fraxinus excelsior*, *Acer campestre* und *Pseudoplatanus*. Sonstige Pflanzen: *Primula elatior*, *Asarum europaeum*, *Scilla bifolia;* an manchen Stellen *Ranunculus ficaria*.

V. Wiesen westlich an Standort IV anschließend.

Stark nach Norden abfallender Hang. Lichtverhältnisse besser als bei Standort IV. Feuchtigkeit mäßig. Graswuchs nicht üppig. Einzelne Obstbäume. *Colchicum autumnale* ziemlich häufig. Die Wiesen sind teils mit Mist, teils mit Kunstdünger gedüngt. An den Standorten IV und V sinkt im Winter und Frühjahr die Temperatur nachts durchschnittlich um 3 ° C tiefer als an den Standorten I, II und III, da erstere ziemlich tiefer liegen als letztere, nach Norden gegen die Senke des Körschtales abfallend.

B. In der Umgebung von Ulm a. D.

VI. Wald auf kleiner Erhöhung rechts der Donau zwischen Wiblingen und Gögglingen. (Hochterrassenschotter der Riß-Eiszeit.)

Die gezählten Exemplare stammten größtenteils von einem ebenen, sehr licht von Hochstämmen von *Carpinus Betulus* bestandenen Waldstück ohne Unterholz und zum kleineren Teil von einem daran anschließenden abgeholzten nach NW abfallenden Abhang. Gute Lichtverhältnisse. Hochstämme von: *Carpinus Betulus*. Sonstige Pflanzen: *Stellaria graminea*, *Mercurialis perennis*, *Pulmonaria officinalis*, *Hepatica triloba*, *Corydalis cava*, *Scilla bifolia*, *Anemone ranunculoides*, *Arum maculatum*, *Ranunculus Ficaria*, *Primula officinalis*, *Adoxa Moschatellina*, *Lathyrus vernus*.

VII. Gehölz im Überschwemmungsgebiet der Donau zwischen Haltepunkt Donautal und Elektrizitätswerk Ulm a. D.

Ebene Lage am Südrande des Kuhbergs. Lichtes Gehölz. Ziemlich feucht. Hochstämme von: *Fraxinus excelsior*, *Salix sp.*, *Prunus Padus*. Unterholz von: *Evonymus europaea, Sambucus nigra, Lonicera xylostea, Acer campestre, Rubus sp., Humulus Lupulus.* Sonstige Pflanzen: *Ranunculus Ficaria, Lamium maculatum, Pulmonaria officinalis, Scilla bifolia, Primula elatior, Adoxa Moschatellina, Anemone ranunculoides, Clematis vitalba, Paris quadrifolia* (zahlreiche Exemplare mit 5-blättrigen Quirlen, was auch für Feuchtigkeit des Bodens spricht; vgl. STARK[1]). In tieferen Rinnen *Caltha palustris;* hier aber keine *Anemone nemorosa.*

Variationen der Anzahl der Sepalen und Hüllblätter und ihre Beziehung zum Standort.

Die nachstehende Tabelle I bringt die zahlenmäßigen Ergebnisse aller Zählungen an den 7 Standorten über die Variation der Sepalen und Hüllblätter.

Nach dem Variabilitätsgrad der Sepalen lassen sich die Standorte in folgende Reihenfolge bringen: Standort III, VII, VI, I, II, IV, V. Daraus ist zu ersehen, daß die beiden an Nordabhängen gelegenen Standorte an letzter Stelle stehen. Die Standorte III, VII und VI nehmen die drei ersten Plätze ein. Sie besitzen auch die besten Beleuchtungsverhältnisse. Standort III und VII sind zugleich auch am feuchtesten. Nach der Durchschnittsanzahl der Sepalen geordnet vertauschen Standort VI und VII, ebenso IV und V je ihre Plätze.

Man sieht also, daß vor allem bessere Beleuchtung und damit Erhöhung der mittleren Temperatur auf die Steigerung des Variabilitätsgrades der Sepalen einen großen Einfluß hat. Bei Standort IV und V ist ja für früh morgens eine um durchschnittlich 3 ° C niederere Temperatur gegenüber den Standorten I, II und III festgestellt worden. Es zeigte sich auch, daß die Exemplare der Standorte IV und V durchschnittlich viel weniger üppig waren als die der Standorte I bis III. Das Wachstum ist an dem Nordabhang also augenscheinlich geringer als an dem Südabhang. Die Vermutung, daß diese Wachstumsverminderung und parallel damit der niederere Variabilitätsgrad der Anzahl der Sepalen mit der niedrigeren Temperatur zusammenhängt findet durch die Versuche

---

[1] STARK, P., Untersuchungen über die Variabilität des Laubblattquirls bei *Paris quadrifolia* (Zeitschr. f. Botanik, VII, S. 673—766; 1915).

Tabelle I. Anzahl der Sepalen und Hüllblätter bei *Anemone nemorosa* L.

Anzahl der Fälle.

Anzahl der Sepalen	Standort I 1916				Standort II 1916				Standort III 1916				Standort IV 1916				Standort V 1916				Standort VI 1916		Standort VII 1916	
	15.—17. III.	22. III.	29. III.	5. IV.	17.—18. III.	24. III.	31. III.	7. IV.	18.—19. III.	25. III.	1. IV.	8. IV.	20.—22. III.	27. III.	3. IV.	10. IV.	26.—27. III.	2. IV.	9. IV.	16. IV.	3. IV.	21. IV.	9. IV.	23. IV.
5	—	7	7	7	7	2	2	1	5	5	9	1	10	4	4	12	2	6	2	2	—	1	7	5
6	327	386	357	375	373	400	368	366	261	330	241	284	394	393	401	388	411	386	393	390	296	248	689	508
7	151	94	126	102	106	86	112	121	186	118	158	156	86	91	80	96	80	92	95	90	160	183	248	363
8	21	9	10	14	14	11	14	12	43	30	69	50	9	11	13	4	7	16	9	18	38	64	49	100
9	—	4	—	2	—	1	2	—	5	14	12	7	1	1	2	—	—	—	1	—	6	4	7	17
10	1	—	—	—	—	—	2	—	—	3	9	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Summe	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	1000	1000
Durchschnittsanzahl der Sepalen	6.394	6 234	6.238	6.258	6.254	6.218	6 304	6.288	6.564	6.554	6.738	6.568	6.194	6.224	6 216	6.184	6.184	6 236	6.228	6.248	6.508	6 644	6.36	6.644
	6.281				6.266				6.606				6.2045				6.224				6.576		6.502	
Variabilitätsgrad[1]) der Sepalen	0.59	0.54	0.52	0.55	0.52	0.48	0.58	0 51	0.71	0.80	0.97	0 76	0.49	0.50	0.51	0.45	0.415	0.52	0.48	0.52	0.688	0.735	0 63	0.829
	0.55				0 5225				0.81				0.4875				0.48375				0.7115		0.7295	
Anzahl der Hüllblätter																								
2	—	1	—	3	1	1	—	—	4	1	1	—	1	1	1	6	1	1	5	6	—	—	—	—
3	495	494	498	487	499	493	494	495	495	495	499	489	497	495	499	493	499	499	495	493	500	500	1000	999
4	4	5	2	8	—	6	6	5	1	3	—	11	2	4	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—
5	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Summe	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	1000	1000
Durchschnittsanzahl der Hüllblätter	3.01	3.008	3.004	3.018	2.998	3.004	3.0012	3.01	2.994	3.006	2.998	3.022	3.002	3.006	2.998	2.99	2.998	2.998	2.99	2.99	3	3	3	annähernd 3
	3.01				3.0033				3.005				2.999				2.994							
Variabilitätsgrad der Hüllblätter	0.13				0.097				0.12				0.089				0.083				0		annähernd 0	

---

1) Variabilitätsgrad = Variabilitätsindex (Duncker) oder Standardabweichungen oder Streuung, d. h. die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate aller Abweichungen, geteilt durch die Summe der Abweichung. (Handwörterbuch d. Naturw., Bd. X, S. 189.)

und Beobachtungen von H. LUNDEGÅRDH[1]) eine Bekräftigung, der für die Blüte und den Blütenstiel von *Anemone nemorosa* L. thermonastische Bewegungen festgestellt hat, also deutliche Reaktionen auf Wärmeeinflüsse. Ferner reagiert nach ihm der Blütenstiel phototropisch, während die Blüte keinen Lichtreiz perzipiert. Die Kronenblätter sind aphototropisch. Ein mittlerer Temperaturunterschied von 3 ° C kann also schon eine Verminderung des Variabilitätsgrades bei Standort IV und V erklären, obwohl hier nur genaue physiologische Experimente diese Vermutung bestätigen dürften.

Ordnet man die Standorte nach der Variation der Hüllblätterzahl, so ergibt sich folgende von obiger ziemlich abweichende Reihenfolge: Standort I, III, II, IV, V, VI, VII.

Zunächst zeigt sich, daß der Variabilitätsgrad der Hüllblätteranzahl viel geringer ist als der der Sepalen.

Auffallend ist, daß die beiden Standorte bei Ulm so gut wie gar keine Variation der Hüllblätter zeigen, obwohl sie in bezug auf die Sepalen einen sehr hohen Variabilitätsgrad aufweisen. Der Variabilitätsgrad der Anzahl der Hüllblätter bewegt sich also an den einzelnen Standorten nicht parallel mit dem der Anzahl der Sepalen.

Dagegen gibt das Verhältnis der Plus- und Minusvarianten der Hüllblätter an den Hohenheimer Standorten das folgende für die betreffenden Standorte charakteristische Bild:

	Standorte				
	I	II	III	IV	V
Plus-	22	17	16	7	1
Minus-	4	2	6	9	13

Varianten der Hüllblätter.

Bei den drei ersten besser beleuchteten und wärmeren Standorten überwiegen, wie zu erwarten, die Plus- über die Minusvarianten, bei den zwei letzten schlechter beleuchteten und kälteren Standorten dagegen überwiegen umgekehrt die Minus- über die Plusvarianten.

Im übrigen geht aus den gefundenen Zahlen die bekannte Tatsache hervor, daß mit dem Grad der Beleuchtung und der Feuchtigkeit die Anzahl der Sepalen an verschiedenen Standorten wechselt (vgl. REGEL, l. c.). Wir dürfen mit einiger Wahrscheinlichkeit hinzufügen, daß auch die Temperatur hierbei eine Rolle spielt, indem die Erniedrigung derselben auch eine Erniedrigung der Anzahl der Sepalen bedingt und umgekehrt.

---

[1]) LUNDEGÅRDH, HENRIK. Über Blütenbewegungen und Tropismen bei *Anemone nemorosa* L. (Jahrb. f. wiss. Bot., 57. Bd, 1916. S. 80—94).

Prozentuale Verteilung der abnormen Hüllblätterzahl in bezug auf die Zahl der Sepalen.

Wie oben erwähnt bewegt sich der Variabilitätsgrad der Hüllblätteranzahl an den verschiedenen Standorten nicht parallel mit dem der Sepalen. In der folgenden Tabelle II werden, abgesehen von den verschiedenen Standorten, die Hüllblätter mit den Sepalen in eine solche Beziehung gebracht, daß wir die Verteilung der Plus- bzw. Minusvarianten der Hüllblätter auf die Plus- bzw. Minusvarianten der Sepalen in Betracht ziehen. Die verschiedene Sepalenanzahl verteilt sich auf die Gesamtzahl der 13 000 gezählten Exemplare folgendermaßen:

5	6	7	8	9	10	11	12
108	8965	3180	635	86	20	3	3

Wie sich auf diese Sepalenzahlen die verschiedenen Hüllblätterzahlen in Wirklichkeit und in Prozenten verteilen, zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle II.

Anzahl der Hüllblätter	Anzahl der Sepalen							
	5	6	7	8	9	10	11	12
2	9 8,33 %	18 0,2 %	6 0,19 %	1 0,157 %	—	—	—	—
3	96 88,88 %	8927 99,57 %	3150 99,056 %	623 98,11 %	83 96,51 %	18 90 %	3 100 %	2 66,66 %
4	3 2,78 %	18 0,2 %	24 0,754 %	11 1,73 %	2 2,325 %	1 5 %	—	—
5	—	2 0,022 %	—	—	—	1 5 %	—	—
6	—	—	—	—	1 1,16 %	—	—	1 33,33 %
Summe	108	8965	3180	635	86	20	3	3

Eine Ausbildung von nur zwei grünen Hüllblättern entspricht einer Verminderung des vegetativen Wachstums. Die höchste Prozentzahl des Vorkommens von nur zwei Hüllblättern finden wir bei den fünfblättrigen Blüten. Bei den Sechsern, Siebenern und Achtern nimmt diese Prozentzahl in der Richtung der Plusvarianten der Blüten ab. Bei den höherzähligen Blüten wurde überhaupt kein Vorkommen von zwei Hüllblättern beobachtet. Dem sollte nun für das Vorkommen der Plusvarianten der Hüllblätter entsprechen, daß auf die Minusvarianten der Blumenblätter auch die niedersten Prozente der Plusvarianten der Hüllblätter entfallen. Dem ist aber nicht so. Diese scheinbare Unregelmäßigkeit läßt sich aber auf eine Gesetzmäßigkeit bringen, sobald wir nur die prozentuale Verteilung auf die Sechser, Siebener und Achter berücksichtigen, welche allein in einer solchen Anzahl vorkommen, daß mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit gerechnet werden kann, daß die Prozentzahlen der auf letztere entfallenden abnormen Hüllblätterzahlen stimmen, d. h. daß hier der Zufall möglichst ausgeschaltet ist. Da ergibt sich für die Minusvarianten der Hüllblätter ein Abnehmen der Prozentzahl in der Richtung der Plusvarianten der Blütenblätter und umgekehrt für die Plusvarianten der Hüllblätter ein Zunehmen der Prozentzahl in der Richtung der Plusvarianten der Blumenblätter. Also Vermehrung bzw. Verminderung des vegetativen Wachstums geht Hand in Hand mit der Vermehrung bzw. Verminderung der Anzahl der Blütenblätter, wenn wir uns auf die Verhältnisse bei den Sechsern, Siebenern und Achtern beschränken. Ob dies ganz allgemein für *Anenome nemorosa* L. gilt, müßte durch weitere Untersuchungen an anderen Standorten erhärtet werden.

Verlauf der Variation der Anzahl der Sepalen während der Blütenperiode.

Die Veränderung der Variation zwischen Zählung 1 und 2, zwischen dem Aufblühen und der vollen Blütenentfaltung, konnte, wie oben erwähnt, nur bei den Hohenheimer Standorten festgestellt werden.

Um den Zufall möglichst auszuscheiden, beschränken wir uns auch hier auf die Unterschiede, die sich bei den Zahlen 6, 7 und 8 der Sepalen ergeben. Die folgende Tabelle führt diese Unterschiede auf.

Tabelle III.

	6	7	8
Standort I	+ 59 + 11,8%	— 57 = — 11,4%	— 12 = — 2,4%
„ II	+ 27 = + 5,4%	— 20 = — 4%	— 3 = — 0,6%
„ III	+ 69 = + 13,8%	— 68 = — 13,6%	— 13 = — 2,6%
„ IV	— 1 = — 0,2%	+ 5 = + 1%	+ 2 = + 0,4%
„ V	— 25 = — 5%	+ 12 = + 2,4%	+ 9 = + 1,8%

Bei der zweiten Zählung (jede Zählung zu 500 Exemplaren) haben also an den drei ersten, südlich gelegenen wärmeren Standorten die Sechser zugenommen, während die Siebener und Achter abgenommen haben; umgekehrt haben an den beiden am Nordabhang gelegenen kälteren Standorten die Sechser abgenommen, die Siebener und Achter dagegen zugenommen. Inwieweit dies verallgemeinert werden darf muß durch weitere Untersuchungen an anderen Standorten festgestellt werden.

Betrachten wir nun die Verschiebung der Anzahl der Sechser, Siebener und Achter zwischen der zweiten und vierten Zählung (für die Standorte VI und VII entspricht der zweiten und vierten Zählung die erste und zweite Zählung), d. h. zwischen der vollen Blütenentfaltung des Bestandes und dem Abblühen, so können wir hier (mit Ausnahme der Standorte IV und V) eine Verschiebung in umgekehrter Richtung feststellen, wie es die folgende Tabelle zeigt.

Tabelle IV.

	6	7	8
Standort I	− 11 = − 2,2%	+ 8 = + 1,6%	+ 5 = + 1%
„ II	− 34 = − 6,8%	+ 35 = + 7%	+ 1 = + 0,2%
„ III	− 46 = − 9,2%	+ 38 = + 7,6%	+ 20 = + 4%
„ IV	− 5 = − 1%	+ 5 = + 1%	− 7 = − 1,4%
„ V	+ 4 = + 0,8%	− 2 = − 0,4%	+ 2 = + 0,4%
„ VI	− 48 = − 9,6%	+ 23 = + 4,6%	+ 26 = + 5,2%
„ VII	− 91 = − 18,2%	+ 58 = + 11,6%	+ 26 = + 5,2%

Auch hier machen die beiden am Nordabhang gelegenen kälteren Standorte eine Ausnahme; die Verschiebung ist bei diesen überhaupt ganz gering. Übereinstimmend nehmen aber an den übrigen fünf Standorten die Sechser ab, während die Siebener und Achter zunehmen.

Zusammenfassend kann also für die gut beleuchteten wärmeren Standorte festgestellt werden, daß zwischen Aufblühen und voller Blütenentfaltung die Sechser zunehmen, die Siebener und Achter abnehmen und ferner, daß zwischen der vollen Blütenentfaltung und dem Abblühen die Sechser abnehmen, die Siebener und Achter dagegen zunehmen.

Für die in viel geringerer Anzahl vorkommenden Fünfer, Neuner, Zehner, Elfer und Zwölfer ergibt sich keine Gesetzmäßigkeit. Diese Zahlen hängen mehr oder weniger vom Zufall ab.

Eine Abnahme der Normalzahl und Zunahme der Plusvarianten während einer Blütenperiode gibt GERTZ[1]) für *Caltha palustris* L. an. (Leider stand mir nur das Referat dieser Arbeit im Bot. Cbl. Bd. 126, 1914, S. 10/11 zur Verfügung). Es heißt dort: „Die Individuen verteilen sich auf zwei Serien aus je einer Lokalität. Die Untersuchung ergab:

Perigonblätter	4	5	6	7	8	9
Frequenz in % Serie A:	0,7	92,7	5,4	0,8	0,1	0,05
„ B:	0,6	84,3	12,1	2,7	0,2	—

Die Differenzen in den Zahlenwerten der beiden Serien beruhen nach Verf. vielleicht darauf, daß die Zählungen zu verschiedenen Zeiten vorgenommen wurden (von Serie A 3.—28. Mai, von B 1. Juni)." Aus dem Referat ist leider nicht zu ersehen, um was für Standorte und Blühzustände es sich hierbei handelt. Würde es sich hier ebenfalls um die volle Blütenentfaltung (Serie A) und das Abblühen (Serie B) handeln, so würde dieser Befund eine Ergänzung unserer Ergebnisse bilden, da er ebenfalls eine Abnahme der Normalzahl und eine Zunahme der Plusvarianten zeigt.

Wie hat man sich nun diese Verschiebung der Zahlen während einer Blütenperiode zu erklären?

LUNDEGARDH[2]) gibt an, daß das Blühen der *Anemone nemorosa* L. „bis auf 2 Wochen dauern kann". Es ist also anzunehmen, daß an ein und demselben Standort nach 2 Wochen der Querschnitt des blühenden Bestandes sich wesentlich verändert hat, indem Nachzügler den Bestand auffüllten, andere z. T. abblühten. Nach dem obigen müßte man dann annehmen, daß diese Nachzügler (vierte Zählung der Hohenheimer und zweite Zählung der Ulmer Standorte) eine größere Neigung zu Plusvarianten der Blüten zeigen gegenüber den zuerst blühenden Exemplaren. Man kann sich nun die Sache folgendermaßen denken: Die Knospen für die im Frühjahr blühenden Anemonen werden im Sommer bzw. Herbst ausgebildet. Nun ist bei Eintritt des Winters, d. h. bei Aufhören des Wachstums, wohl nicht bei allen Anemonen die Knospenbildung gleichweit vorgeschritten, so daß diejenigen, welche in der Knospenbildung noch zurück sind, diesen Rückstand im Frühjahr nachholen müssen, also auch später blühen. Da nun im Frühjahr andere Ernährungs- und Wachstumsbedingungen vorhanden sind als im

---

[1]) GERTZ, O. Om variationen i antalet kalkblad hos *Caltha palustris* L. [Über die Variation der Zahl der Perigonblätter bei *Caltha palustris* L.] (Bot. Notiser. p. 281—289; 1913).

[2]) l. c. S. 84 oben.

Herbst, so könnten sich vielleicht diese Unterschiede in der Neigung zur Plusvariantenbildung hieraus erklären. Dieser Erklärungsversuch, der natürlich nur eine Vermutung darstellt, deren Bestätigung durch das physiologische Experiment erbracht werden müßte, beruht also auf der Heranziehung der äußeren Wachstumsbedingungen.

Es können aber auch folgende Beobachtungen zur Erklärung dieser Verschiebung herangezogen werden. An jedem Standort fanden sich, meist in größeren Gruppen beieinanderstehend, verschiedene Sippen von *Anemone nemorosa* L. Diese verschiedenen Sippen unterscheiden sich deutlich voneinander teils durch die verschiedene Ausbildung der Hüllblätter (vgl. Abb. 1), teils durch Verschiedenheiten der Blumenblätter (breite, nicht gewellte einerseits und schmal-längliche, am Rande gewellte Blumenblätter andererseits; ferner gebuchtete und ganzrandige). Auch in dem Vorkommen von Anthocyan zeigen sich Unterschiede. Ganze Gruppen zeigen auffallend rot gefärbte Blumenblätter, andere dagegen, an demselben Standort unmittelbar daneben befindliche Gruppen blühen rein weiß. Auch das Vorkommen von Anthocyan in dem grünen Teil der Pflanze ist bei den verschiedenen Gruppen dem Grade nach verschieden. Bei den rot blühenden Gruppen bemerkte ich, da sie beim Zählen besonders ins Auge fielen, auffallend viele Siebener-Blüten. Man kann sich nun denken, daß durch die verschiedenartige Verteilung der Mengenverhältnisse der verschiedenen Sippen an den verschiedenen Standorten das charakteristische Variationsbild des Standorts zustande kommt. Es ist ferner möglich, daß die verschiedenen Sippen verschieden stark auf äußere Einflüsse reagieren. So wird wohl beides, Vererbung und der Einfluß äußerer Bedingungen auf das Zustandekommen der verschiedenen Standortsbilder und auch der eigentümlichen Verschiebung der Zahlen während der Blütenperiode bestimmend einwirken. Beide Bestimmungselemente sind aber so innig mit einander verwoben, daß zunächst nicht zu entscheiden ist, welcher Einfluß der primäre, welcher der sekundäre ist. Ohne physiologische Experimente und Vererbungsversuche läßt sich das Problem nicht lösen. Immerhin geben die vorliegenden Beobachtungen und Zahlenergebnisse einen Hinweis, in welcher Richtung diese Versuche einzusetzen hätten.

Erstens wäre zu untersuchen, in welchem Mengeverhältnis verschiedene Sippen an möglichst verschiedenartigen Standorten vorhanden sind.

Zweitens müßte genau festgestellt werden, ob die einzelnen Sippen an jedem der verschiedenen Standorte die gleiche Variabilität zeigen oder nicht.

Drittens wären reine Linien zu züchten und diese unter verschiedenen Standsortsverhältnissen in bezug auf die Variabilität der Blüten zu untersuchen.

Viertens könnten Rhizome verschiedenartiger Standorte im Versuchsgarten unter gleichartige oder umgekehrt Rhizome von ein und demselben Platz unter verschiedenartige Bedingungen gebracht und nachgeprüft werden, ob und inwieweit die früheren Standortsbedingungen nachwirken oder nicht.

Fünftens wäre festzustellen, ob an ein und demselben Standort bestimmte Sippen früher oder später blühen als andere.

Sechstens wäre endlich zu untersuchen, ob sich vielleicht durch künstliche Verzögerung der Knospenbildung im Sommer bzw. Herbst Unterschiede in bezug auf die Variabilität der Anzahl der Blütenblätter erzielen lassen.

Die gestellten Fragen deuten an, wie weit wir noch von einer Lösung des Problems der Variabilität der Anzahl der Blütenblätter bei *Anemone nemorosa* L. entfernt sind.

Ich möchte nun noch kurz auf eine Schlußfolgerung von REGEL[1]) zu sprechen kommen. Aus der annähernden Übereinstimmung des Variabilitätsgrades und der Durchschnittsanzahl der Sepalen an bestimmten Standorten in Petersburg, Galizien und England schließt REGEL, daß alles darauf hindeute, daß man es an allen diesen Standorten mit ein und derselben Rasse von *Anemone nemorosa* L. zu tun habe, deren Blüten veranlagt sind, unter günstigen Entwicklungsverhältnissen eine größere Anzahl von Sepalen (7 und mehr) zu bilden. Nach meinen Beobachtungen ist dieser Schluß nicht ohne weiteres berechtigt, denn an allen von mir untersuchten Standorten fanden sich deutlich unterschiedene Sippen von *Anemone nemorosa* L. Man kann sich das Zustandekommen der Übereinstimmung der Variabilität an gleichartigen Standorten verschiedener Länder auch so denken, daß Standorte mit denselben Standortsbedingungen ein ganz bestimmtes Mengenverhältnis der verschiedenen Sippen besitzen und so die Übereinstimmung der Variabilität zu erklären wäre, wobei anzunehmen wäre, daß nicht alle Sippen gleich stark auf äußere Einflüsse antworten. Wie oben gesagt, sind diese Fragen noch ungelöst.

Einige teratologische Beobachtungen.

Anhangsweise möge noch einiges über die beobachteten teratologischen Veränderungen gesagt werden, die in Tab. V zusammengestellt sind.

---

[1]) REGEL, l. c. S. 263/264.

Vergrünung der Blumenblätter wurde in 14 Fällen in verschiedenem Grade beobachtet. Teils kommen nur grüne Flecken oder Sprenkelung eines Blumenblattes vor, teils sind eins oder mehrere Blumenblätter, oft bis zur Hälfte (Abb. 2), vergrünt und zeigen dann mehr oder weniger starke Einbuchtungen oder Läppchen. In einem Fall (Abb. 3a) hat sich ein Blumenblatt in ein richtiges grünes Hüllblättchen verwandelt. An seinem kurzen Stiel läuft ein weißer Flügelansatz auf der einen Seite herauf.

Petalodie der Hüllblätter wurde in 5 Fällen beobachtet, von denen in Abb. 3b und Abb. 4 links je ein Fall abgebildet ist. Das in Abb. 3b abgebildete petaloide Hüllblatt ist bis auf einen kleinen grünen Saum an beiden Seiten ganz weiß, während in den übrigen Fällen nur ein Teil des Hüllblattes petaloid geworden ist (vgl. Abb. 4 links). Eine eigentümliche Mißbildung zeigt Abb. 4 rechts, wo durch irgend eine Hemmung der Blütenstiel von den Hüllblättern an spiralig gekrümmt ist und an ihm, von einem der Blumenblätter ausgehend, ein schmaler weißer Saum bis zu den Hüllblättern herabläuft.

Eine weitere Unregelmäßigkeit ist das Vorkommen von zwei Blüten an einem Exemplar. Hier sind zwei Fälle zu unterscheiden. Erstens kommen in der Achsel eines Hüllblattes stehende Achselsprosse vor, die ihrerseits eine kleine Endblüte und kleinere Hüllblätter besitzen. Der andere Fall kann als Fasciation oder Verwachsung zweier aus demselben Rhizom entsprungener Blütensprosse gedeutet werden. Hier entspringen aus dem vermehrten Hüllblätterquirl zwei hüllblätterlose gleichstarke Blütenstiele mit ziemlich gleich großen, teils gleich-, teils verschiedenzähligen Blüten. Der erstere Fall ist in Abb. 5 rechts, der letztere in Abb. 5 links abgebildet. Dazwischen kommen Zwischenformen vor, wie aus Abb. 5 Mitte zu sehen ist. Von den Stengeln wurden unterhalb der Hüllblätter Querschnitte gemacht und die Anzahl der Gefäßbündel festgestellt, um einen Anhaltspunkt zu haben, ob diese Mittelfälle als Fasciationen oder Achselsprosse zu deuten sind. Die durchschnittliche Zahl der ausgebildeten großen Gefäßbündel beträgt in den Stengeln normaler Exemplare 6, schwankt aber zwischen 5 und 8. Bei den Fasciationen beträgt sie 9—10, bei den Exemplaren mit Achselsprossen 6—7. Nach der Gefäßbündelzahl ist in Abb. 5 das mittlere Exemplar zu den Fasciationen zu rechnen (10 Gefäßbündel). Das Exemplar links in Abb. 5 hat 9, dasjenige rechts nur 6 große Gefäßbündel. Es wurden im ganzen 5 Fasciationen und 4 Achselsproßbildungen beobachtet. (Hier ist zu bemerken, daß in Tabelle V, wo es darauf ankommt die teratologischen Fälle in Beziehung zu der Anzahl der Sepalen zu setzen, die Fasciationen als Doppelexemplare aufgefaßt werden mußten, so daß dort 10 Fälle auftreten; die Achselsproßbildungen dagegen würden zu der Blütenblätterzahl ihres Hauptsprosses eingereiht und erscheinen in einfacher Anzahl).

Gefüllte Blüten konnten nur in 2 Fällen festgestellt werden. Von den in Standort VII vorkommenden 12-zähligen Blüten waren zwei vollständig gefüllt, d. h. ohne Staubfäden und Narben, während das 3 te 12 blättrige Exemplar eine Verdoppelung der Anzahl der Blumenblätter und damit parallel gehend eine Verdoppelung der Hüllblätterzahl zeigte.

Petalodie der Pistille wurde nur in einem Fall beobachtet. Eines der 10 zähligen Exemplare von Standort VII zeigte an Stelle der Narbe vier kleinere weiße Blumenblätter, während außen sechs normale größere Blumenblätter standen. Zwischen den äußeren und den inneren Blumenblättern befanden sich die Staubfäden.

In der folgenden Tabelle V sind alle diese teratologischen Fälle nach ihrem Vorkommen an den verschiedenen Standorten und zugleich nach ihrer prozentualen Verteilung auf die Anzahl der Sepalen zusammengestellt.

Wenn man wie oben nur die Verteilung auf die Sechser, Siebener und Achter berücksichtigt, so nehmen auch die teratologischen Veränderungen — wie die Plusvarianten der Hüllblätter — von den Sechsern über die Siebener zu den Achtern zu. Es zeigt sich also bei den höheren Blütenzahlen auch eine stärkere Neigung zu teratologischen Veränderungen. Die Zahl der teratologischen Veränderungen ist nicht groß. Bei den 13 000 gezählten Exemplaren wurden nur die in der vorstehenden Tabelle aufgeführten 37 Fälle teratologischer Veränderungen beobachtet, d. h. nur 0,28 pCt.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Der Grad der Beleuchtung und der Feuchtigkeit an den verschiedenen Standorten hat auf den Variabilitätsgrad und die Durchschnittsanzahl der Sepalen von *Anemone nemorosa* L. einen deutlichen Einfluß, wie dies ja schon von verschiedenen Verf. festgestellt wurde. Höchst wahrscheinlich spielt auch die Temperatur hierbei eine Rolle.

2. Der Variabilitätsgrad der Hüllblätterzahl ist viel geringer als derjenige der Sepalenzahl.

3. Der Variabilitätsgrad der Anzahl der Hüllblätter geht an den untersuchten Standorten nicht parallel mit dem der Sepalenzahl.

Tabelle V.

	5	6	7	8	9	10	11	12
Standort I	—	1 Achselsproß 1 Hüllblatt-petaloid	—	—	—	—	—	—
Standort II	—	1 Vergrünung	2 Vergrünungen 1 Fasciation	—	—	1 Fasciation	—	—
Standort III	1 Fasciation	1 Faciation 1 Vergrünung 1 Hüllblatt-petaloid	2 Fasciationen 2 Achselsprosse	1 Fasciation 1 Blumenblatt herablaufend 1 Hüllblatt-petaloid	2 Vergrünungen	1 Fasciation	—	—
Standort IV	—	1 Achselsproß 3 Vergrünungen	1 Vergrünung	1 Vergrünung	—	—	—	—
Standort V	—	2 Fasciationen 2 Vergrünungen 1 Hüllblatt-petaloid	—	—	—	—	—	—
Standort VI	—	1 Hüllblatt-petaloid	—	—	—	—	—	—
Standort VII	—	—	—	—	1 Vergrünung	1 Petalodie d. Pistille	—	2 gefüllte Blüten
Summe	1	16	8	4	3	3	—	2
Prozente in bezug auf die Anzahl der Sepalen	0,927	0,18	0,25	0,63	3,48	15	—	66,66

4. Die prozentuale Verteilung der Minusvarianten der Hüllblätter auf die sechs-, sieben- und achtzähligen Blüten nimmt in der Richtung der Plusvarianten der Blüten ab, während die prozentuale Verteilung der Plusvarianten der Hüllblätter auf die sechs-, sieben- und achtzähligen Blüten nach derselben Richtung hin zunimmt.

5. Die prozentuale Verteilung der beobachteten teratologischen Veränderungen auf die sechs-, sieben- und achtzähligen Blüten nimmt ebenfalls in der Richtung der Plusvarianten der Blüten zu. Die teratologischen Veränderungen betragen nur 0,28 pCt. der gezählten Exemplare.

6. Zwischen dem Aufblühen und der vollen Blütenentfaltung zeigt sich für die 3 ersten sonnig und warm gelegenen Standorte eine Zunahme der Sechser und eine Abnahme der Siebener und Achter. Bei den zwei am Nordabhang gelegenen kälteren Standorten ist das Verhältnis umgekehrt.

7. Umgekehrt nehmen zwischen der vollen Blütenentfaltung und dem Abblühen an 5 sonnig und warm gelegenen Standorten die Sechser ab, während die Siebener und Achter zunehmen. Auch hier machen wieder die beiden am Nordabhang gelegenen kälteren Standorte eine Ausnahme. Letztere zeigen hier überhaupt eine geringe Verschiebung.

Hohenheim, Botanisches Institut
20. Juni 1916.

Erklärung der Tafel XI.

Abb. 1. Hüllblätter dreier verschiedener Exemplare von *Anemone nemorosa* L.; darunter je 4 Blumenblätter derselben Exemplare.

Abb. 2. Vergrünung an einem Blumenblatt von *Anemone nemorosa* L.

Abb. 3. a) In ein Hüllblättchen umgewandeltes Blumenblatt.
b) In ein Blumenblatt umgewandeltes Hüllblatt.

Abb. 4. Links teilweise Petalodie eines Hüllblattes; rechts spiralig gewundener Blütenstiel mit weißem Saum, der von einem Blumenblatt ausgeht und bis zu den Hüllblättern herabläuft.

Abb. 5. Fasciation und Achselsproßbildung bei *Anemone nemorosa* L.

38. A. Ursprung: Auftrieb und Stofftransport.

(Eingegangen am 30. Juni 1916.)

Durch ein horizontal liegendes Stammstück von *Calamus* lassen wir Wasser filtrieren bis die Gefäße gefüllt sind, hierauf schließen wir das eine Ende luftdicht ab und tauchen das andere Ende bei vertikaler Stellung des Stammes in eine alkoholische Lösung von Eosin oder Eisenchlorid. Nach 1 Minute wird das Stämmchen rasch aus der gefärbten Lösung entfernt, horizontal gelegt und vorsichtig mit einem sauberen Messer von oben nach unten längs gespalten, was in wenigen Sekunden geschehen ist. Hierauf gelangt das Objekt, welches in Eisenchlorid tauchte, sofort in Ferrocyankalilösung. Auf diese Weise läßt sich zeigen, daß das Eosin und das Eisensalz in 1 Minute 7—8 cm hoch im Lumen der Gefäße emporgestiegen sind. Würde das Steigen mit dieser Geschwindigkeit weiter gehen, so wären in einer Stunde Höhen von 4—5 Meter erreicht. Wir haben es also hier mit einer Bewegung zu tun, welche die beim Saftsteigen ermittelten Geschwindigkeiten nicht nur erreicht, sondern wesentlich übersteigt.

Da nach ALFRED FISCHER bei der Mehrzahl unserer Laubbäume in den Gefäßen Glukose enthalten ist, im Frühjahr in ansehnlichen Mengen, in geringeren Quantitäten aber auch zu anderen Jahreszeiten, so füllte ich in anderen Versuchen die *Calamus*-gefäße mit einer Zuckerlösung. Ich benutzte dazu allerdings Rohrzucker und zwar in einer Konzentration von ca. 2 Mol, da mir diese Lösung gerade zur Verfügung stand. Die zuckerhaltigen, am oberen Ende verschlossenen Gefäße tauchten mit dem unteren offenen Ende in eine wässerige Lösung von Ferrocyankali. Nach 1 Minute war die Berlinerblaureaktion in 5 cm Höhe deutlich nachzuweisen. Also auch hier ein äußerst rascher Aufstieg.

Die Erscheinung fällt auf durch die Geschwindigkeit, mit der sie sich abspielt. Aus diesem Grunde ist die Diffusion als treibende Kraft von vornherein ausgeschlossen; auch an die Mitwirkung der Transpiration ist kaum zu denken, zudem erfolgt das Steigen bei völligem Ausschluß der Verdunstung mit derselben Geschwindigkeit.

Da mir aus der botanischen und physikalischen Literatur nichts Derartiges bekannt war,[1]) stellte ich einige orientierende Experimente mit Glaskapillaren an. In einem nicht zu engen, mit Wasser gefüllten Kapillarrohr, das vertikal gestellt und am oberen Ende verschlossen war, sah ich gefärbten absoluten Alkohol in 1 Minute nahezu 1 Meter hoch steigen oder besser gesagt emporschießen. Die weitere Verfolgung zeigte, daß die Geschwindigkeit des Aufstiegs von folgenden Faktoren stark beeinflußt wird: spezifisches Gewicht und Viskosität der beiden Flüssigkeiten, Weite der Kapillaren, Neigung der Kapillaren zur Vertikalen, Steighöhe der eingedrungenen Flüssigkeit, Grenzflächenspannung.

Wenn zwei Flüssigkeiten die erwähnte Erscheinung zeigen, so ist es stets die spezifisch leichtere, welche in der spezifisch schwereren emporsteigt. Füllen wir die Kapillare mit Wasser und tauchen wir sie in Alkohol, so steigt letzterer, wie wir sahen, auf; füllen wir dagegen die Kapillare mit Alkohol und tauchen wir sie in Wasser, so erfolgt kein Aufstieg.[2]) Wasser steigt, wie bereits mitgeteilt wurde, in Lösungen von Rohrzucker, ebenso in Glyzerin, Kalilauge, in Lösungen von Salpeter etc. Je größer die Differenz der spezifischen Gewichte, um so größer ist die Geschwindigkeit unter sonst gleichen Umständen. Diese Einschränkung ist nötig wegen der Bedeutung der Zähigkeit, die sich z. B. aus dem langsamen Aufsteigen des Wassers in konzentrierten Rohrzuckerlösungen ergibt. In der folgenden Tabelle finden wir für ein und dieselbe Glaskapillare (Lumenweite ca. 0.7 mm) den Aufstieg verschieden konzentrierter Rohrzuckerlösungen. Auf dem Glasrohr waren zwei Marken angebracht, die eine 1 cm, die andere 10 cm über dem unteren Ende. Es wurde die Zeit bestimmt, welche die Eosinwassersäule brauchte, um die 9 cm lange Distanz zwischen den beiden Marken zu durchlaufen. Diese Methode gibt genauere Resultate, als das gewöhnlich benutzte Verfahren, bei welchem ich die Gesamt-Steighöhe während einer gegebenen Zeit oder die Zeit für eine gegebene Gesamtsteighöhe ermittelte.

---

[1]) Nachträglich finde ich bei QUINCKE (über Capillaritäts-Erscheinungen an der gemeinschaftlichen Oberfläche zweier Flüssigkeiten; Pogg. Ann. Bd. 139 p. 54) einen Versuch, bei dem die Erscheinung auftrat; sie war aber unter den betreffenden Verhältnissen offenbar wenig auffallend und fand daher keine weitere Beachtung.

[2]) Von Bewegungen, die annähernd mit Diffusionsgeschwindigkeit sich abspielen, sehe ich natürlich ab.

Konzentration der Rohrzuckerlösung	Die 9 cm lange Strecke zwischen den beiden Marken wird durchlaufen in:
0.1 Mol	Nach 20 Min. ist der Meniskus erst 3.5 cm über der unteren Marke
0.5 Mol	3 Min. 30 Sek.
1.0 Mol	2 Min. 25 Sek.
1.5 Mol	2 Min. 8 Sek.
2.0 Mol	3 Min. 53 Sek.

Die Geschwindigkeit steigt also in diesem Falle mit dem spez. Gewicht der Rohrzuckerlösung nur bis 1,5 Mol. Die Verlangsamung der Bewegung infolge zunehmender Zähigkeit macht sich schon bei 2 Mol deutlich bemerkbar und wächst mit steigendem Zuckergehalt.

Bei der bekannten Abhängigkeit der Dichte und der Viskosität von der Temperatur muß auch unsere Erscheinung durch die Temperatur beeinflußt werden.

Die Rohrweite ist von großer Bedeutung, indem die Geschwindigkeit des Aufstieges mit dem Durchmesser der Kapillaren steigt und fällt. Da die verwendeten Kapillaren nicht überall genau gleichweit waren und auch keinen genau kreisförmigen Innenquerschnitt besaßen, sind die folgenden Zahlen nur Näherungswerte, die indessen für unseren Zweck vollauf genügen. (Flüssigkeiten: stets dieselbe Rohrzuckerlösung ca. 1 Mol u. Eosinwasser.)

Rohrweite in mm	Die 9 cm lange Strecke zwischen den beiden Marken wird durchlaufen in:
2,08	0 Min. 8,5 Sek.
0,	1 Min. 57 Sek.
0,45	Nach 35 Min. ist der Meniskus erst 7,5 cm über der unteren Marke.

Nicht minder wichtig ist die Neigung der Kapillaren zur Lotlinie. Verwenden wir z. B. ein rechtwinkelig gebogenes Rohr mit kurzem vertikalem und langem horizontalem Schenkel, so steigt die spezifisch leichtere Flüssigkeit rasch bis zum Knie, verbreitet sich aber im horizontalen Schenkel nur äußerst langsam. Die Unterschiede in der Dichte können sich allerdings auch im horizontalen Rohr geltend machen durch Übereinanderlagerung der beiden Flüssigkeiten, wodurch die Diffusionsgeschwindigkeit bedeutend überschritten wird.

Die Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit von der Steighöhe zeigen die folgenden Beispiele, bei welchen Rohrzuckerlösungen und Eosinwasser zur Verwendung kamen[1]).

I.

Steighöhe in cm	Steiggeschwindigkeit in $\frac{\text{cm}}{\text{min.}}$
2,0	2,0
3,8	1,8
5,6	1,8
7,3	1,7
9,0	1,7
10,6	1,6
12,1	1,5
13,6	1,5
15,0	1,4
16,4	1,4
17,7	1,3
18,9	1,2
20,1	1,2
21,3	1,2
22,4	1,1
23,4	1,0
24,3	0,9
25,2	0,9
26,1	0,9
26,9	0,8
27,7	0,8
28,4	0,7
29,1	0,7
29,7	0,6
30,3	0,6
30,8	0,5
31,3	0,5
31,8	0,5
32,2	0,4
32,6	0,4
33,0	0,4
33,4	0,4
33,7	0,3
34,0	0,3
34,3	0,3
34,5	0,2

II.

Steighöhe in cm	Steiggeschwindigkeit in $\frac{\text{cm}}{\text{2 min.}}$
4	4
33	0,05

III.

Steighöhe in cm	Steiggeschwindigkeit in $\frac{\text{cm}}{\text{2 min.}}$
2	2
13,5	0,005

Die Steiggeschwindigkeit nimmt also mit zunehmender Steighöhe stark ab und kann schon innerhalb einer Distanz von wenigen Dezimetern oder Zentimetern von 100 auf weniger als 1 fallen. Die Bewegung nähert sich zuletzt einem Diffusionsvorgang, was je nach der Rohrweite und der Wahl der Flüssigkeiten früher oder später geschieht und bei engen Röhren, großer Zähigkeit und kleinen Dichtedifferenzen besonders bald eintritt.

Schon eine oberflächliche Beobachtung zeigt ferner, daß die aufsteigende Flüssigkeit nicht den ganzen Querschnitt der Kapillaren ausfüllt, sondern nur die mittlere Partie. So stellt in den vorhin erwähnten Beispielen das Eosinwasser eine axiale Säule dar, die sich in einem Hohlzylinder aus Rohrzuckerlösung aufwärts bewegt. Es finden hierbei zweierlei Strömungen statt, eine aufwärts gerichtete in der zentralen Wassersäule, eine abwärts gerichtete in der peripheren Zuckerlösung. Wird die aufsteigende Flüssigkeit nicht in niedriger (Uhrglas), sondern in hoher Schicht (Reagensglas) dargeboten, so beobachtet man auch deutlich das Herabsinken der dichteren Flüssigkeit in der spezifisch leichteren. Enthält z. B. die Kapillare Eosinwasser, das Reagensglas farblosen Alkohol, so strömt aus dem offenen Rohrende ein roter Strahl nach unten; das verdrängte schwerere Wasser sammelt sich am Boden des Reagensglases an, während der leichtere Alkohol steigt.

---

[1]) Rohrweite und Zuckerkonzentration in I, II und III verschieden.

Erwähnt sei endlich noch die Gestalt des Meniskus, der die aufsteigende Flüssigkeitssäule nach oben abschließt. Er ist konvex, während dieselbe Flüssigkeit in der lufterfüllten Kapillaren bekanntlich einen konkaven Meniskus zeigt.

Wenden wir uns nun zur Erklärung der Erscheinung. Jeder im Innern einer Flüssigkeit befindliche Körper erfährt bekanntlich einen Auftrieb, der eben so groß ist, wie das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit. Ein Tropfen Oel oder Alkohol, den wir auf den Boden eines mit Wasser gefüllten Becherglases bringen, muß daher notwendig aufsteigen. Dasselbe geschieht mit jedem anderen flüssigen, festen oder gasförmigen Körper — Korkstück, Luftblase —, der spezifisch leichter als Wasser ist. Im Becherglas erklärt sich also die Erscheinung restlos durch die Differenz des spezifischen Gewichtes. Die treibende Kraft ist die Schwerkraft.

Im Kapillarrohre kompliziert sich der Vorgang ein wenig. Daß ein zu großes Korkstück in die Kapillare nicht eindringen oder wegen zu starker Reibung nicht aufsteigen kann, bedarf kaum der Erwähnung; das Hindernis ist hier ein grob mechanisches. Tauchen wir die wassergefüllte Kapillare in Alkohol, so steigt er auf, tauchen wir das wassergefüllte Rohr aber in Luft, so steigt diese, wie jedermann weiß, nicht auf, obschon die Luft noch leichter ist als Alkohol. Die Ursache liegt offenbar nur darin, daß die Luft am Eindringen in die Wassersäule verhindert wird; denn führen wir gewaltsam ein kleines Bläschen ein, so steigt es rasch empor. Das Hindernis besteht hier in der Oberflächenspannung, welche das Wasser da, wo es an Luft grenzt, gleichsam mit einer Haut überzieht, die dem Durchtritt eines Fremdkörpers einen gewissen Widerstand entgegensetzt. Was für die Luft gilt muß natürlich auch für alle Flüssigkeiten zutreffen, die an der Berührungsfläche mit Wasser ein stabiles Oberflächenhäutchen bilden. Oder allgemeiner gesprochen, eine spezifisch leichtere Flüssigkeit I wird in einer Kapillare mit der spezifisch schwereren Flüssigkeit II dann aufsteigen, wenn an der Grenzfläche zwischen I und II kein stabiles Oberflächenhäutchen entsteht. Die Bildung eines solchen Häutchens hängt offenbar ab von der Mischbarkeit. Zwischen nicht mischbaren Flüssigkeiten tritt es auf und verschließt das untere Rohrende; zwischen mischbaren Flüssigkeiten kommt anfänglich eine sog. dynamische Grenzflächenspannung zu Stande, die aber während der Lösung rasch abnimmt und nach erfolgter Mischung Null ist. Man denke zum Vergleich an den anschaulichen

Versuch mit dem paraffinierten und nicht paraffinierten Drahtnetz, auf das man Wasser gießt; beim nicht paraffinierten Netz geht das Wasser durch, beim paraffinierten dagegen nicht, weil keine Benetzung eintritt und ein Oberflächenhäutchen gebildet wird.

Ist diese Überlegung richtig, so steigt in den wassergefüllten Kapillaren wohl Alkohol auf, nicht aber Paraffinöl oder Xylol. Dies trifft nun, wie der Versuch zeigt, tatsächlich zu. Führt man aber gewaltsam feine Paraffinöltröpfchen in die Kapillare ein, so wandern sie infolge des Auftriebes nach oben. Während also im Becherglas der Aufstieg nur von der Differenz der spezifischen Gewichte abhängt, kommt hier als weiterer Faktor noch die Grenzflächenspannung hinzu. Wie leicht verständlich kann die Erscheinung auch dadurch gestört werden, daß bei der Berührung der beiden Flüssigkeiten Niederschläge, Gasblasen etc. sich bilden.

Andere Punkte erklären sich aus den Gesetzmäßigkeiten beim Fließen in Kapillaren. Man denkt sich dabei die Flüssigkeit bekanntlich in dünne konzentrische Hohlzylinder zerlegt, die ineinander gleiten; die Geschwindigkeit ist im Zentrum am größten und nimmt gegen die Peripherie hin bis zu Null ab. Schon hieraus ergibt sich der konvexe Meniskus der aufsteigenden Flüssigkeitssäule; diese Gestalt muß noch ausgeprägter sein, wenn, wie in unserem Falle, die peripheren Hohlzylinder sich nach unten bewegen. Das Fehlen des konkaven Meniskus, der für das gewöhnliche Aufsteigen benetzender Flüssigkeiten in luftführenden Glaskapillaren so charakteristisch ist, kann übrigens von vornherein nicht überraschen, weil die hebenden Kräfte ganz andere sind; dort ist es die Kapillarität, in unserem Beispiel der Auftrieb.

Über die Bedeutung der Zähigkeit, der Rohrweite und Steighöhe orientiert das POISEUILLEsche Gesetz, das wir in die Form

$$V = \frac{1}{8\,\eta} \cdot \frac{PR^2}{L}$$

bringen können, worin V = mittlere Geschwindigkeit, P = der zur Überwindung des Widerstandes nötige Druck, R = Radius, L = Länge der Kapillaren, η = Koeffizient der inneren Reibung. Natürlich deckt sich das POISEUILLEsche Fließen nicht mit dem unsrigen, und die Formel kann daher die Gesetzmäßigkeiten unserer Erscheinung nicht quantitativ zum Ausdruck bringen; wohl aber läßt sie uns den Einfluß verschiedener Faktoren wenigstens qualitativ bequem übersehen. Aus der Gleichung ist direkt abzulesen:

1. daß die Geschwindigkeit zunimmt, wenn cet. par. der Auftrieb wächst;

2. daß die Geschwindigkeit zunimmt, wenn cet. par. der Radius der aufsteigenden Säule und daher auch der Kapillaren wächst;
3. daß die Geschwindigkeit abnimmt, wenn cet. par. die Zähigkeit steigt; hieraus ergibt sich auch der Einfluß der Temperatur;
4. daß die Geschwindigkeit abnimmt, wenn cet. par. die Steighöhe wächst.

Die Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit von der Steighöhe folgt auch aus der Gegenüberstellung der bewegenden Kraft und des zu überwindenden Widerstandes. Die bewegende Kraft hängt ab von der Differenz der spezifischen Gewichte und ist somit für zwei bestimmte Flüssigkeiten konstant. Der Reibungswiderstand nimmt aber mit der Größe der Berührungsfläche, also mit der Steighöhe, notwendig zu. Dazu gesellt sich noch die Mischung der beiden Flüssigkeiten in den Kapillaren und dem unteren Gefäß. Man beobachtet z. B. oft, daß die aufsteigende Säule unter dem Meniskus sich bald stark verdickt, wodurch der Abfluß der dichteren Flüssigkeit erschwert und der Aufstieg der leichteren entsprechend verlangsamt wird.

Ohne weiteres verständlich ist auch die Neigung des Rohres. Ebenso begreift man, daß neue Flüssigkeit nur dann in die gefüllte Kapillare einzudringen vermag, wenn eine entsprechende Menge der vorhandenen nach unten entweichen kann. Aus diesem Grunde steigt Paraffinöl in den wassergefüllten Kapillaren selbst dann nicht auf, wenn es bis zu einiger Höhe emporgesaugt wurde; der Meniskus der Grenzschicht nimmt eben praktisch die ganze Lumenbreite ein und verwehrt dadurch dem Wasser den Austritt.

Endlich sind auch noch die sog. Kontaktbewegungen zu erwähnen, die bei der Berührung zweier Flüssigkeiten vorkommen können. Daß sie in unserem Falle nur eine ganz nebensächliche Rolle spielen, zeigt das langsame Vorwärtsschreiten im horizontalen Ast einer rechtwinkelig gebogenen Kapillare. Daß auch chemische Differenzen nicht nötig sind, sondern Unterschiede im spezifischen Gewicht genügen, beweist das Aufsteigen heißen Wassers in einem Kapillarrohr, das Wasser von Zimmertemperatur enthält; der Vorgang ist besonders deutlich. wenn man das heiße Wasser färbt.

Wenden wir uns zum Schlusse zur Bedeutung dieser Erscheinung für die Pflanzenphysiologie, speziell für das Saftsteigen. Die Kombinationen Zuckerlösung — Wasser und Wasser — Alkohol haben ein besonderes Interesse, weil sie auf eine Fehlerquelle aufmerksam machen, die bei Versuchen über den Aufstieg gefärbter

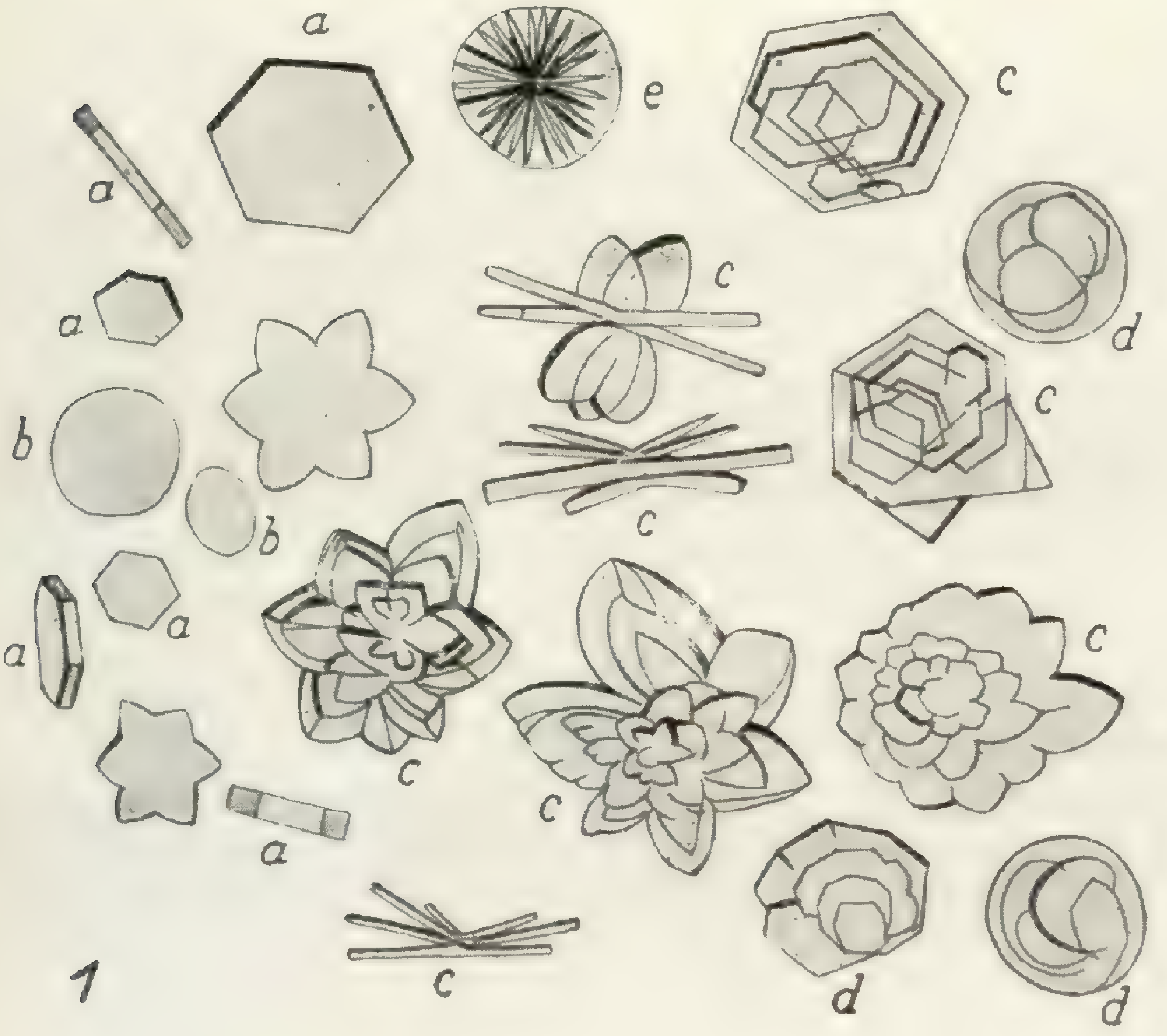
Lösungen stören kann. Nicht selten wurde ja der abgeschnittene Stengel in gefärbten Alkohol getaucht; aber auch wässerige Farblösungen mahnen zur Vorsicht, wenn die Gefäße Zucker oder andere Stoffe enthalten, die schwerer als Wasser sind; ebenso ist auf Temperaturdifferenzen zu achten. Wo es sich um enge Gefäße und größere Steighöhen handelt, vermag der Auftrieb das Resultat allerdings nicht stark zu fälschen, da die Steiggeschwindigkeit in engen Kapillaren bald unbedeutend wird. Bei kleinen Steighöhen und weiten Gefäßen liegen die Verhältnisse aber anders; hier sind, wie wir oben sahen, durch Nichtberücksichtigung des Auftriebes grobe Täuschungen möglich. Damit ist auch die Rolle skizziert, die der Auftrieb bei der Wasserversorgung abgeschnittener Sprosse spielen kann. Eine größere Bedeutung kommt ihm nicht zu; oft (z. B Fehlen von Gefäßen, horizontale oder nach unten geneigte Organe) fällt er praktisch überhaupt nicht in Betracht. — Substanzen von geringerem spezifischem Gewicht müssen natürlich auch in Milchröhren, Siebröhren und gewöhnlichen Parenchymzellen aufsteigen, sofern nicht der Reibungswiderstand ein zu großes Hindernis entgegensetzt (z. B. Fettröpfchen in Milchröhren). Dabei kann der Auftrieb nicht nur durch Differenzen in der chemischen Zusammensetzung, sondern auch durch verschiedene Konzentration, verschiedene Temperatur und, wenigstens theoretisch, durch verschiedene Mengen gelöster Gase bedingt sein[1]). Es ist klar, daß auf diese Weise, sowie durch den Fall spezifisch schwerer Körper z. B. Stärkekörner) die Wanderung und Mischung innerhalb einer Zelle viel rascher erfolgen kann als durch reine Diffusion, was beim Stoffwechsel zu beachten ist.

Nachschrift. Nach Beendigung dieses Manuskriptes fand ich durch Zufall einen Aufsatz von CAPPARELLI[2]), der mich auf andere Arbeiten desselben Autors aufmerksam machte. Verf. tauchte eine an beiden Enden offene Glaskapillare erst in Blutserum und nachher in destilliertes Wasser und fand, daß letzteres im Röhrchen „eingedrungen und hinaufgesprungen“ ist. Das gleiche Resultat erhielt er auch bei zahlreichen anderen Flüssigkeitskombinationen. Zweifellos handelt es sich um die im Vorhergehenden behandelte Erscheinung, die also schon früher von einem Tierphysiologen beschrieben worden ist, in der botanischen Literatur meines Wissens aber keine Beachtung gefunden hat. Allerdings sind gerade jene Punkte, die beim Saftsteigen wesentlich in Betracht fallen (Rohrweite, Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit von der Steighöhe), ganz unberücksichtigt geblieben. Bei dem Erklärungsversuch begegnet CAPPARELLI Schwierigkeiten, die er, soweit ich sehe, nicht zu überwinden vermochte. Das Vorhandensein von Dichtigkeitsunterschieden fiel ihm allerdings auch auf, und man glaubt an mehreren Stellen, er habe die Lösung gefunden. Er schreibt aber (I, p. 668), offenbar irregeführt durch das Verhalten von Öl, daß der Aufstieg nicht der verschiedenen Dichtigkeit der zwei Flüssigkeiten zuzuschreiben sei. Auch später stößt er sich wieder an ganz einfachen Experimenten und diskutiert den Einfluß von Jonisierung und osmotischem Druck, während ihm die wahre Ursache merkwürdigerweise verborgen bleibt. Zur Illustration greife ich seine Versuche mit gleichprozentigen Lösungen von K_2SO_4 und KNO_3 heraus, in denen er H_2O steigen läßt. Die kleinere Steiggeschwindigkeit in KNO_3 wird einem Faktor „welcher der Beobachtung entgeht“ zugeschrieben (II p. 503), während der Auftrieb, wie ich mich durch entsprechende Versuche überzeugte, auch hier vollkommen ausreicht. (Spez. Gew. von 6% $KNO_3 = 1{,}035$; spez. Gew. von 6% $K_2SO_4 = 1{,}044$; der auch von mir konstatierte raschere Aufstieg in K_2SO_4 ist also ganz natürlich.) Ebenso liegt beim Blutserum, das ja spezifisch schwerer als Wasser ist, die Erklärung auf der Hand; zudem steigt Eosinwasser in Rohrzuckerlösung von entsprechendem spez. Gew. (1,029) leicht auf. Nach CAPPARELLI (II p. 505) handelt es sich hierbei um „komplexe Phänomene chemischer Physik“, für die er die Bezeichnung „Hygromipisie“ vorschlägt. Ich halte diesen Terminus für entbehrlich, da sich die Erscheinung, wie oben gezeigt wurde, in einfacher Weise durch den Auftrieb erklärt, wobei allerdings Zähigkeit und Oberflächenspannung komplizierend eingreifen können.

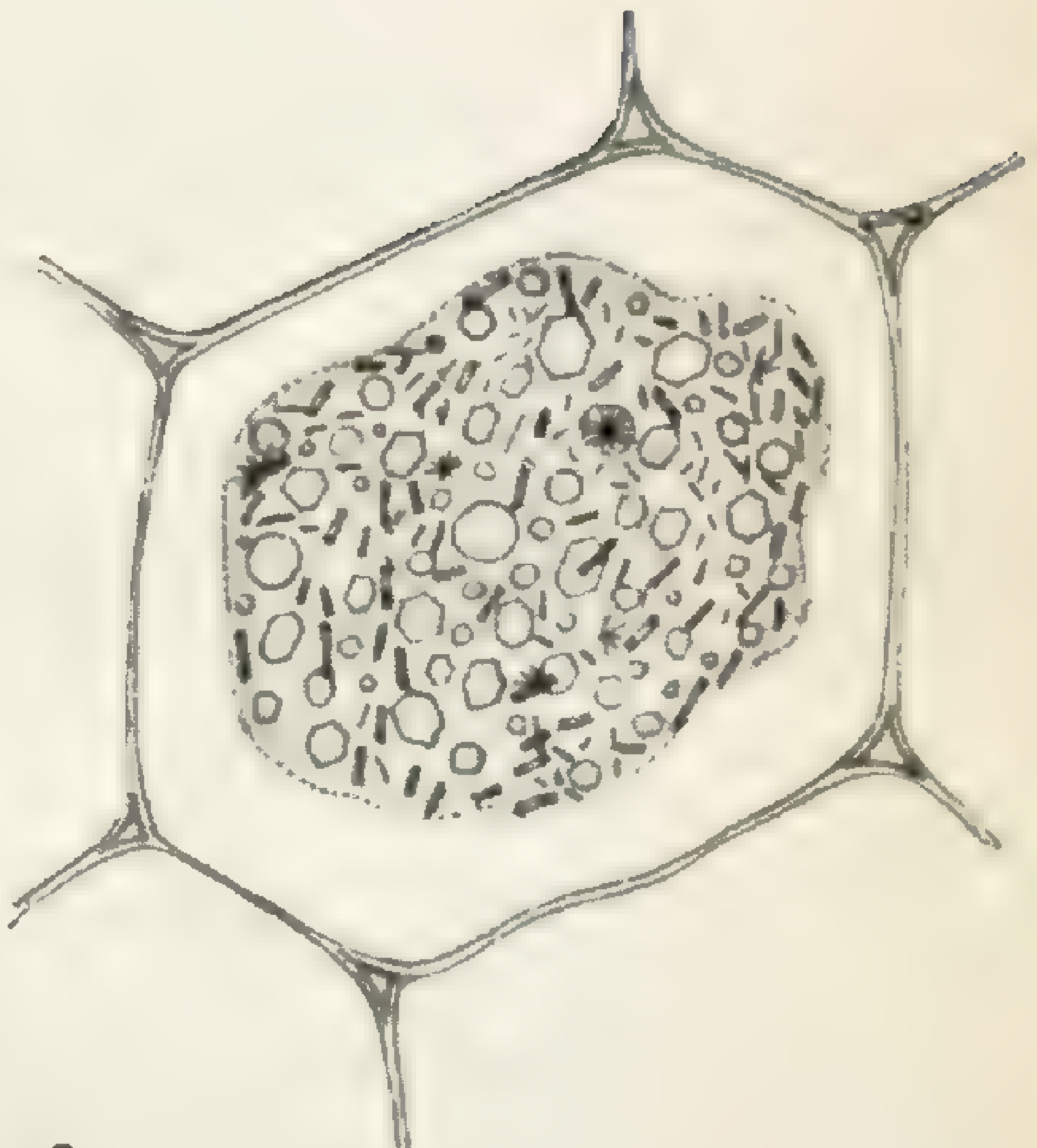
---

[1]) Durch Absorption von Luft und anderen Gasen wird das spezifische Gewicht von Flüssigkeiten im allgemeinen vermindert, das des Wassers durch Aufnahme von Kohlensäure aber vermehrt. Das spezifische Gewicht des mit Luft unter dem Drucke von 1 Atmosphäre gesättigten Wassers ist jedoch nur um 0,0000035 kleiner als bei luftfreiem Wasser, ein Betrag der bedeutungslos ist.

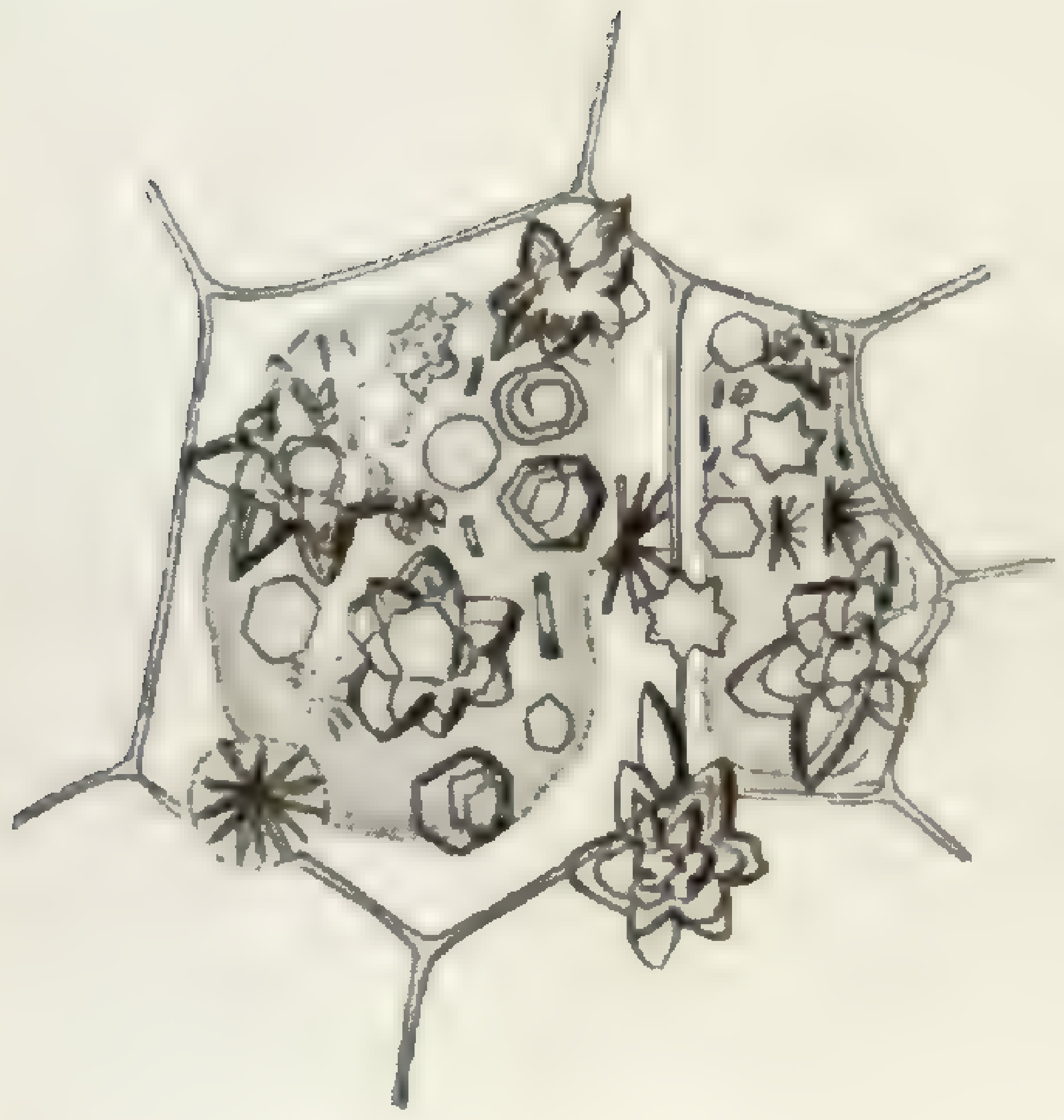
[2]) A. CAPPARELLI, I. Ein physikalisch-chemisches Phänomen und seine Anwendung in der Biologie. Biol. Centralbl. 1907 p. 665. II. Die Phänomene der Hygromipisie. l. c. 1908 p. 489 u. 524. III. Über das Verhalten einiger fester in Flüssigkeiten schwebender Körper bei den Phänomenen der Hygromipisie. l. c. 1910 p. 37. IV. Die Hygromipisie, die Immunitätsreaktion und Serumdiagnostik. l. c. 1911 p. 605.


a
e
c
a
a
c
d
c
b
b
c
a
a
c
c
c
c
a
c
d
d

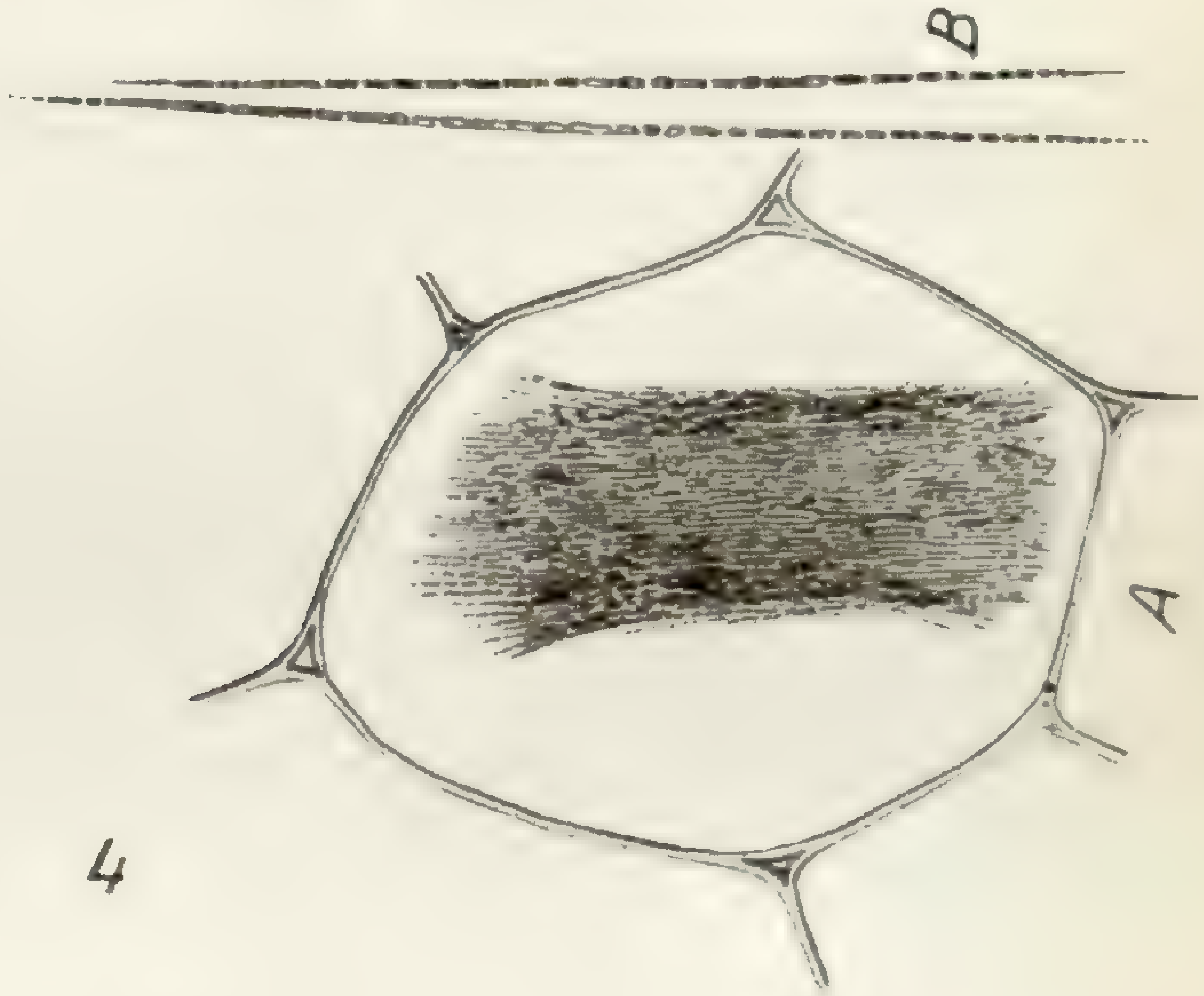
1



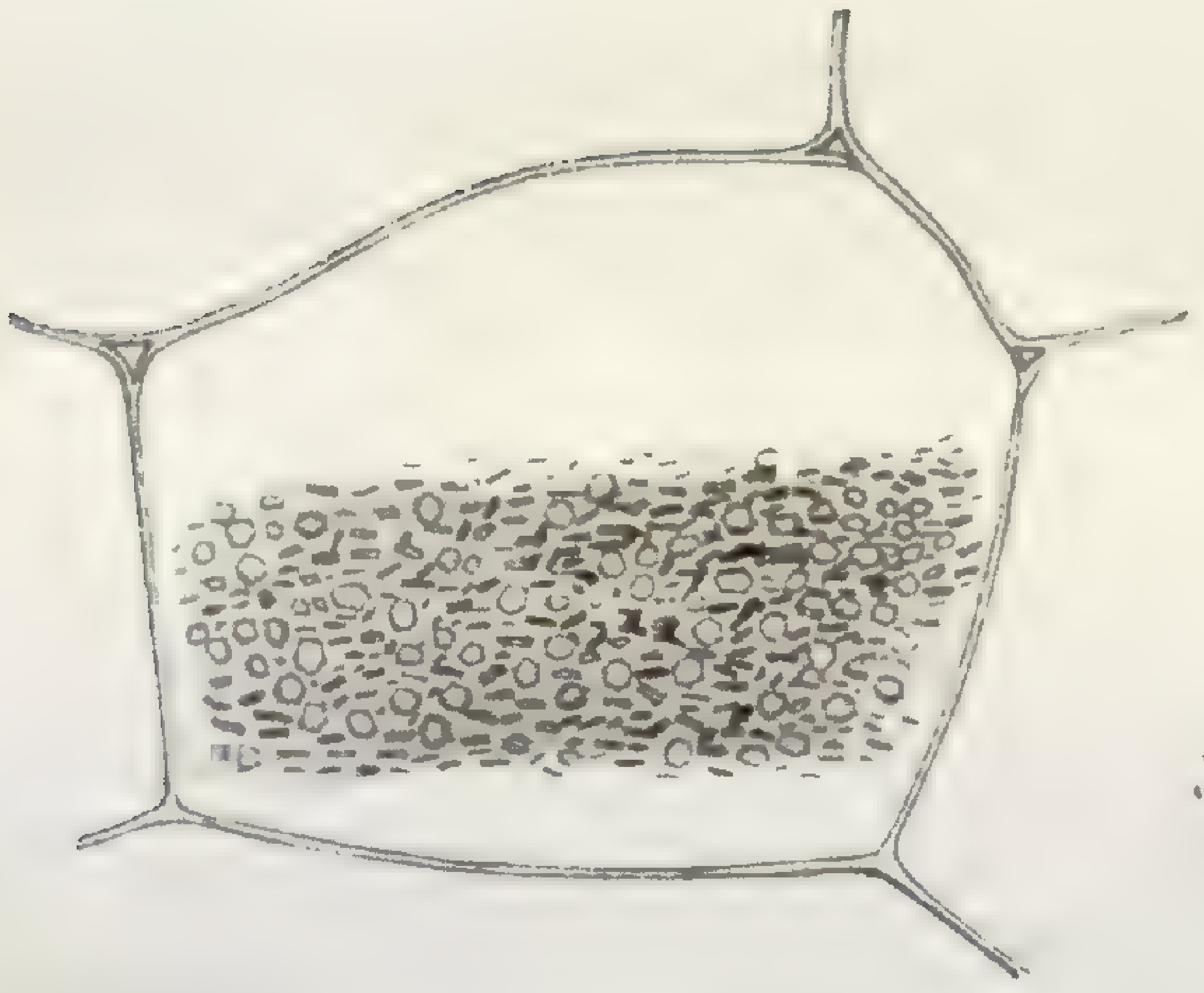
2



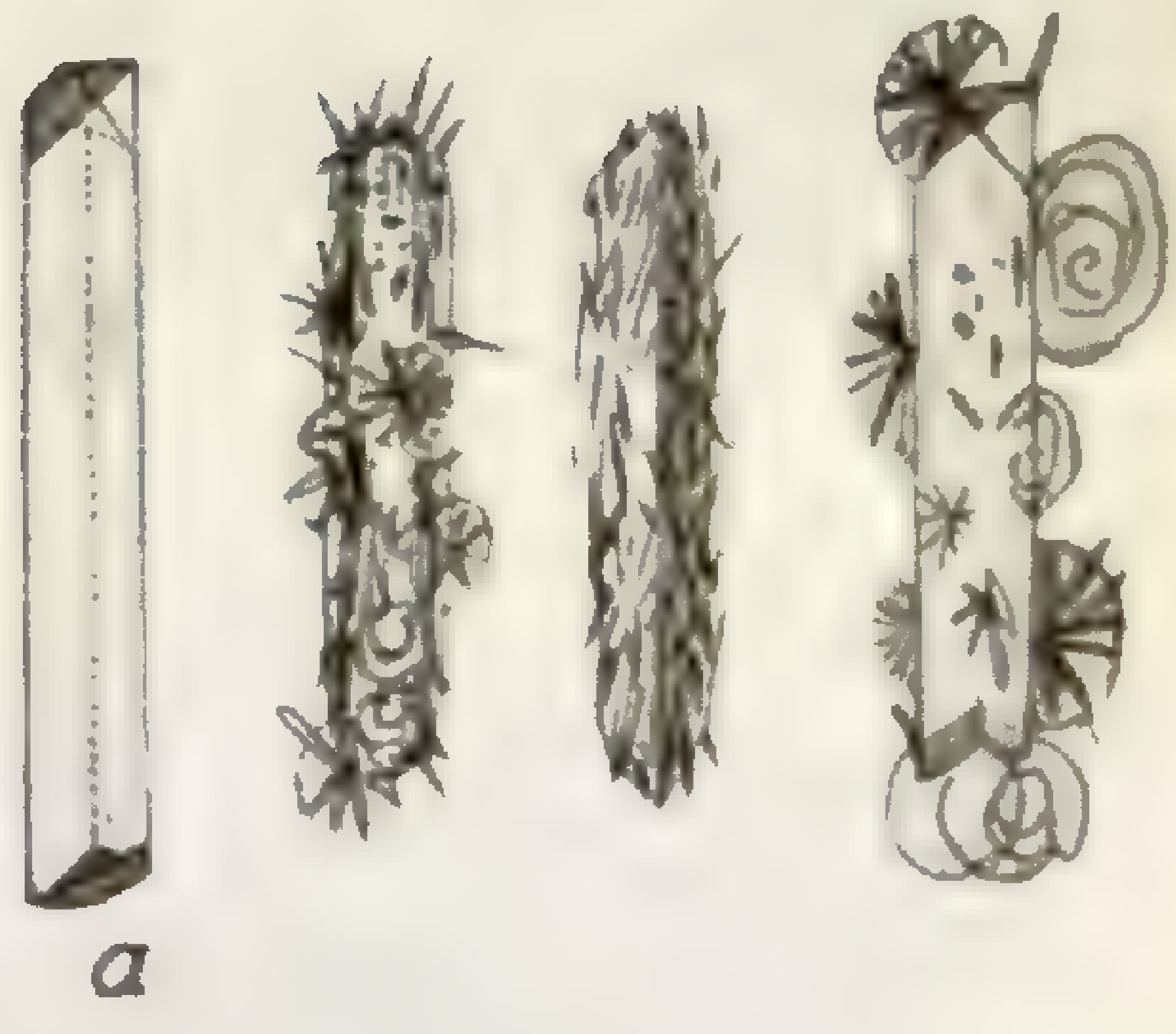
3



4



5



6

Gickthorn et Molisch delin.

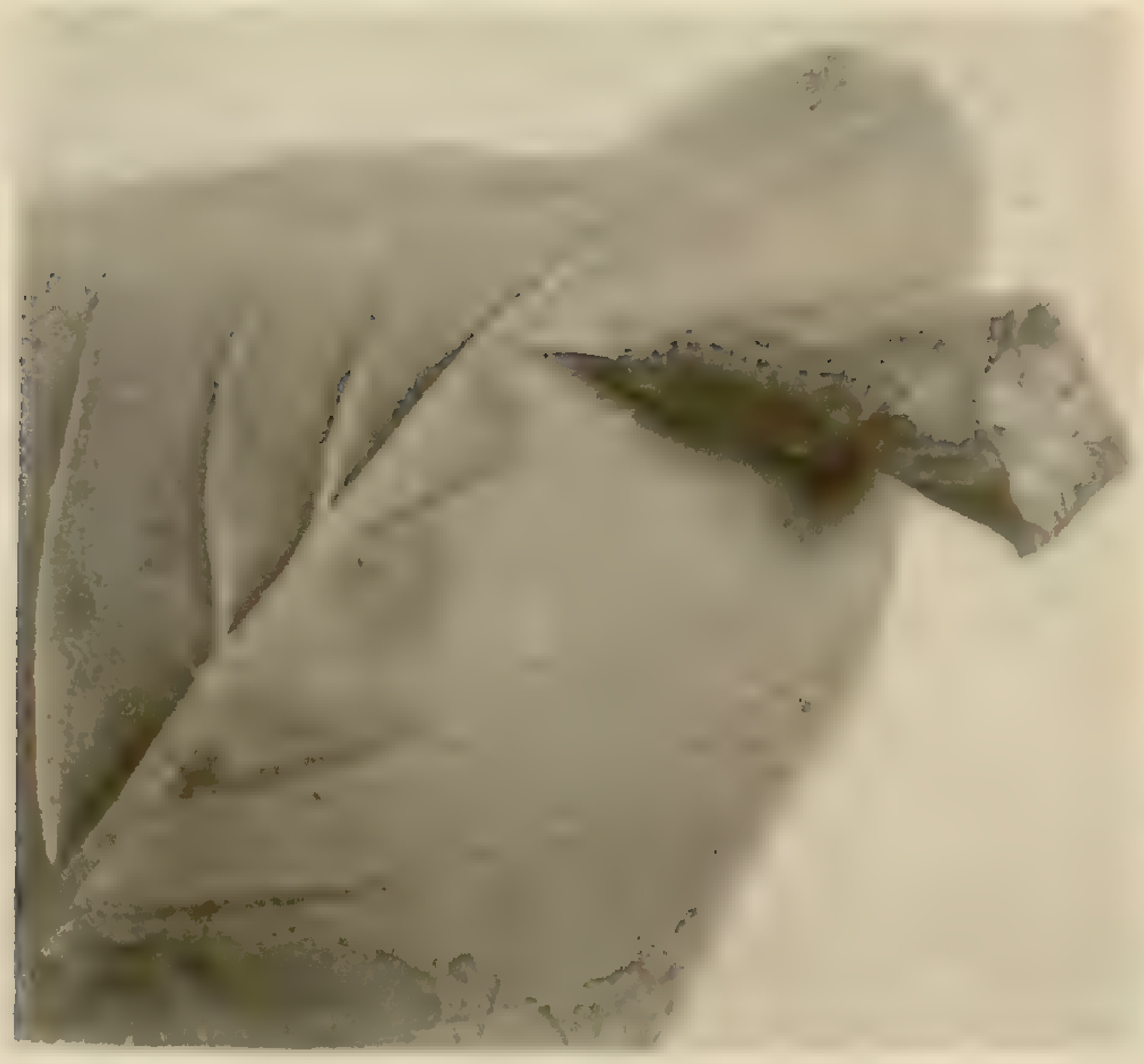


Fig. 1.

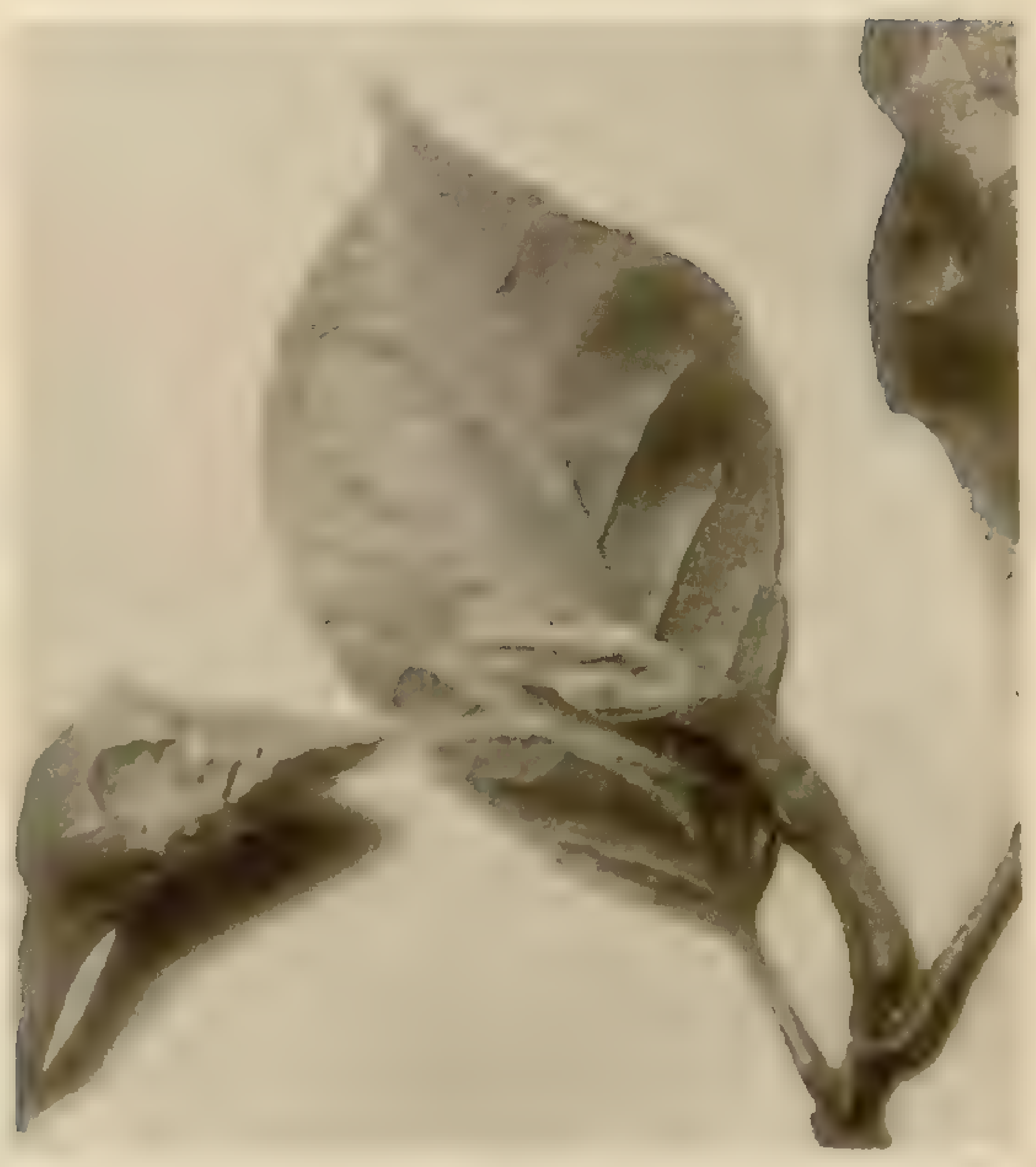


Fig. 3.

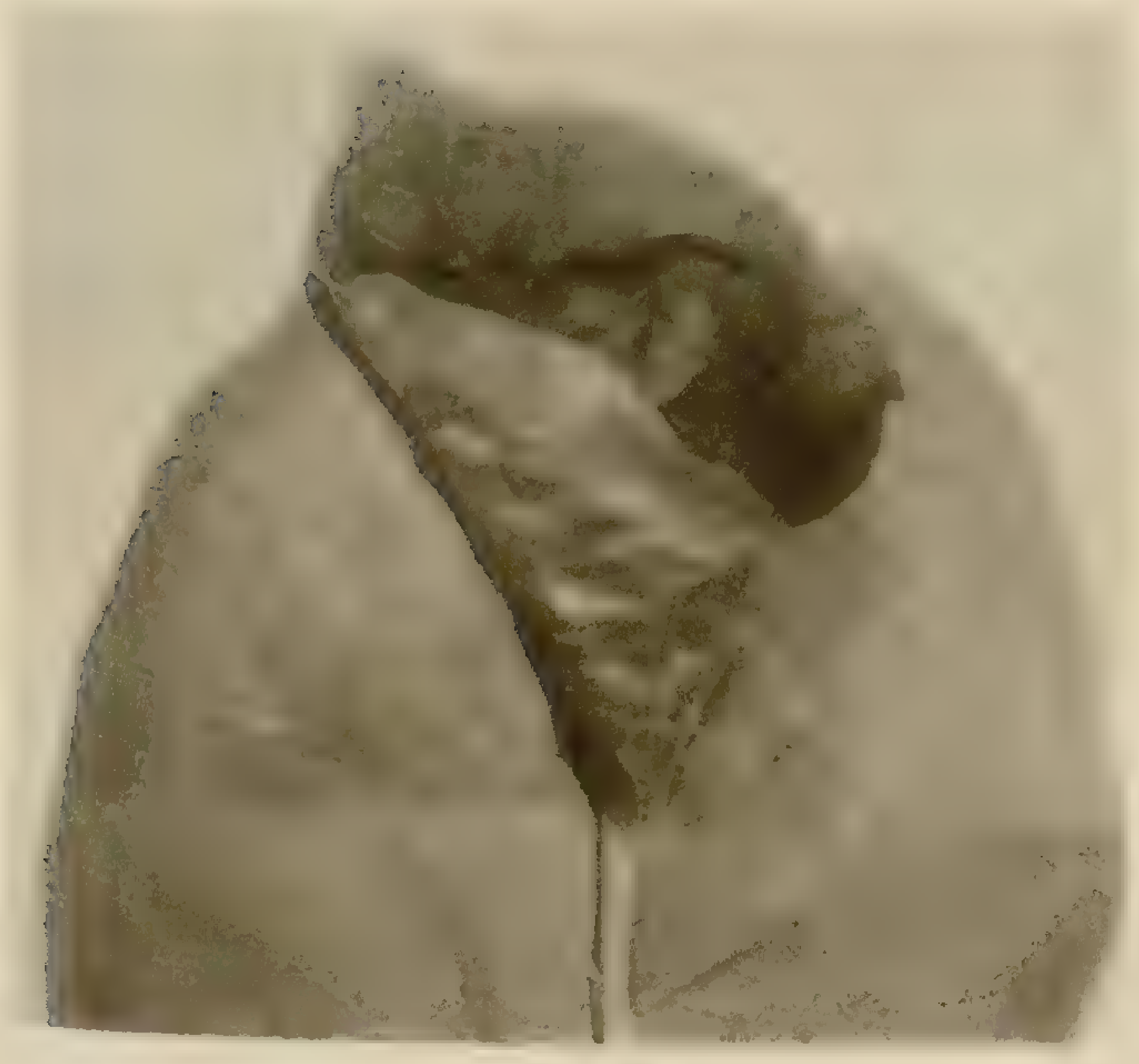


Fig. 2.

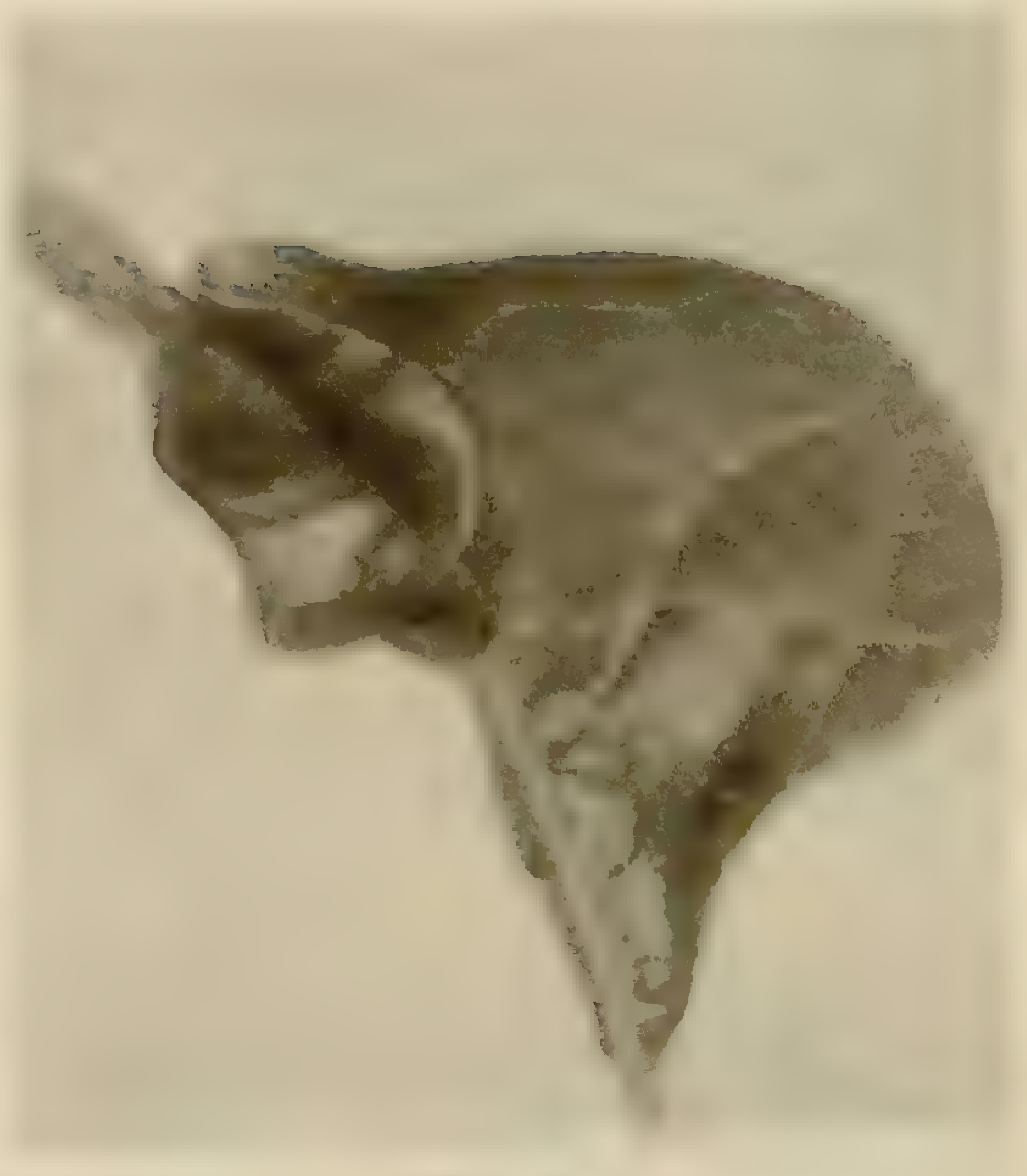


Fig. 4.

Phot. Lingelsheim. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

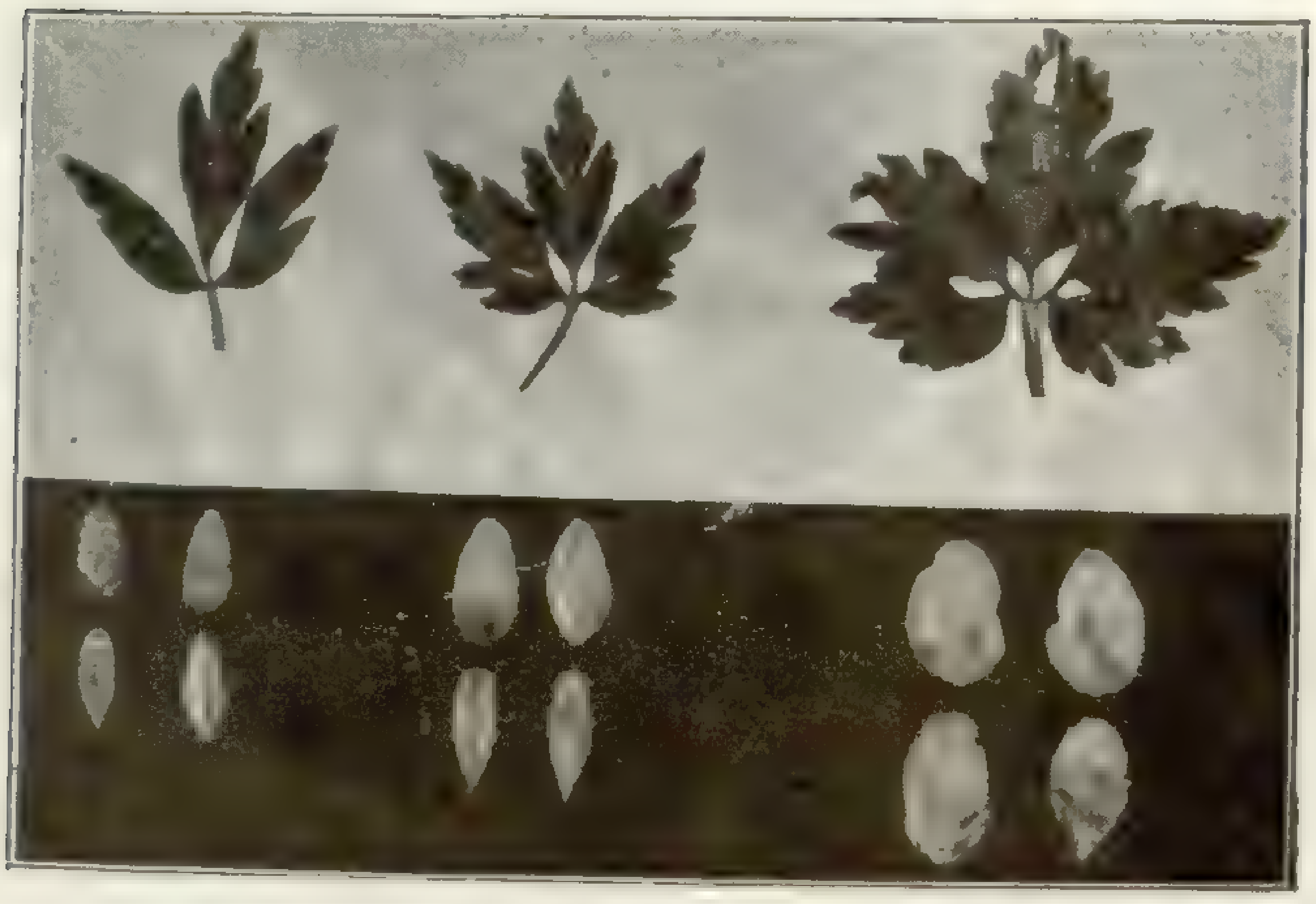


Abb. 1.

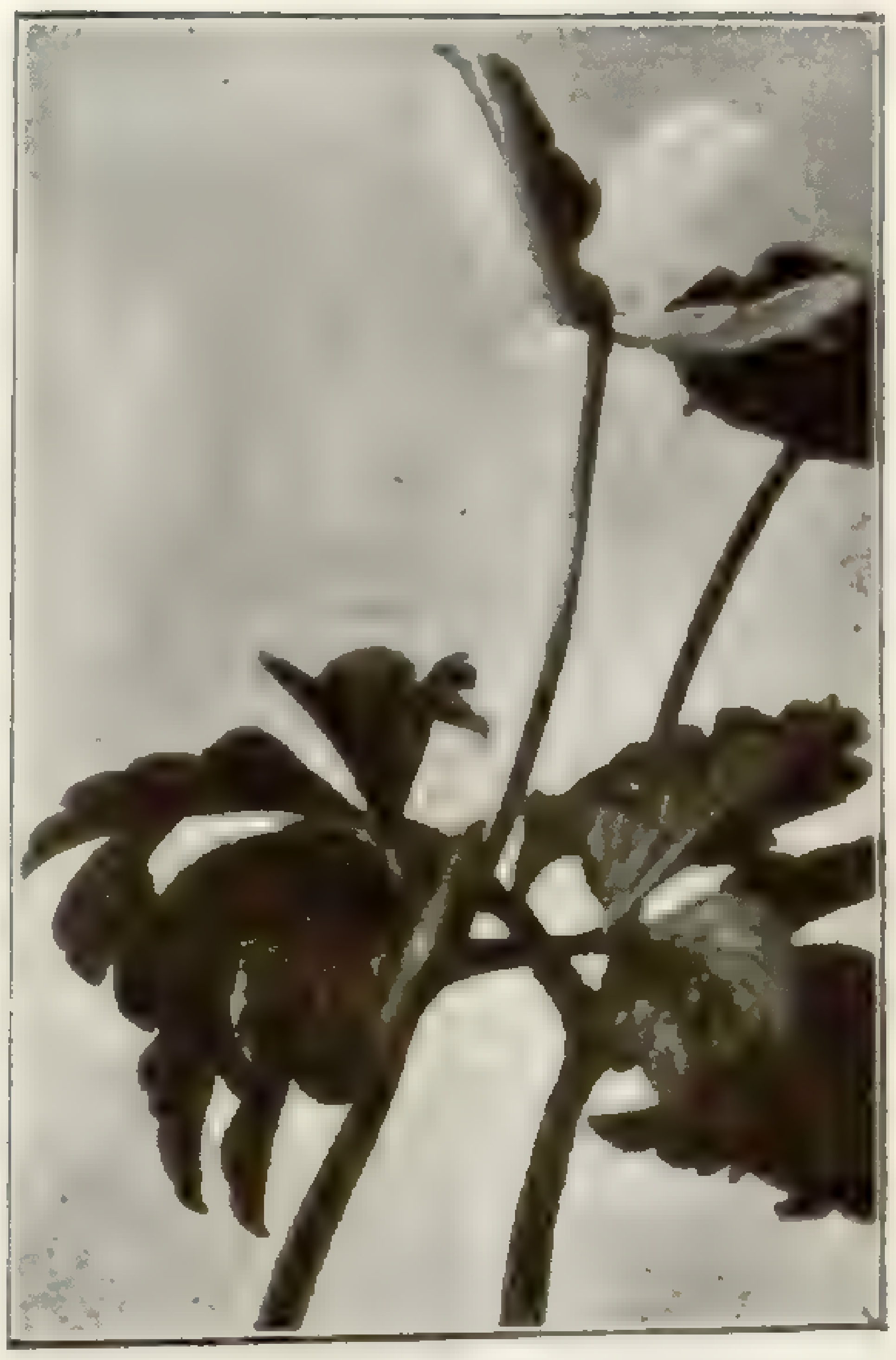


Abb. 2.

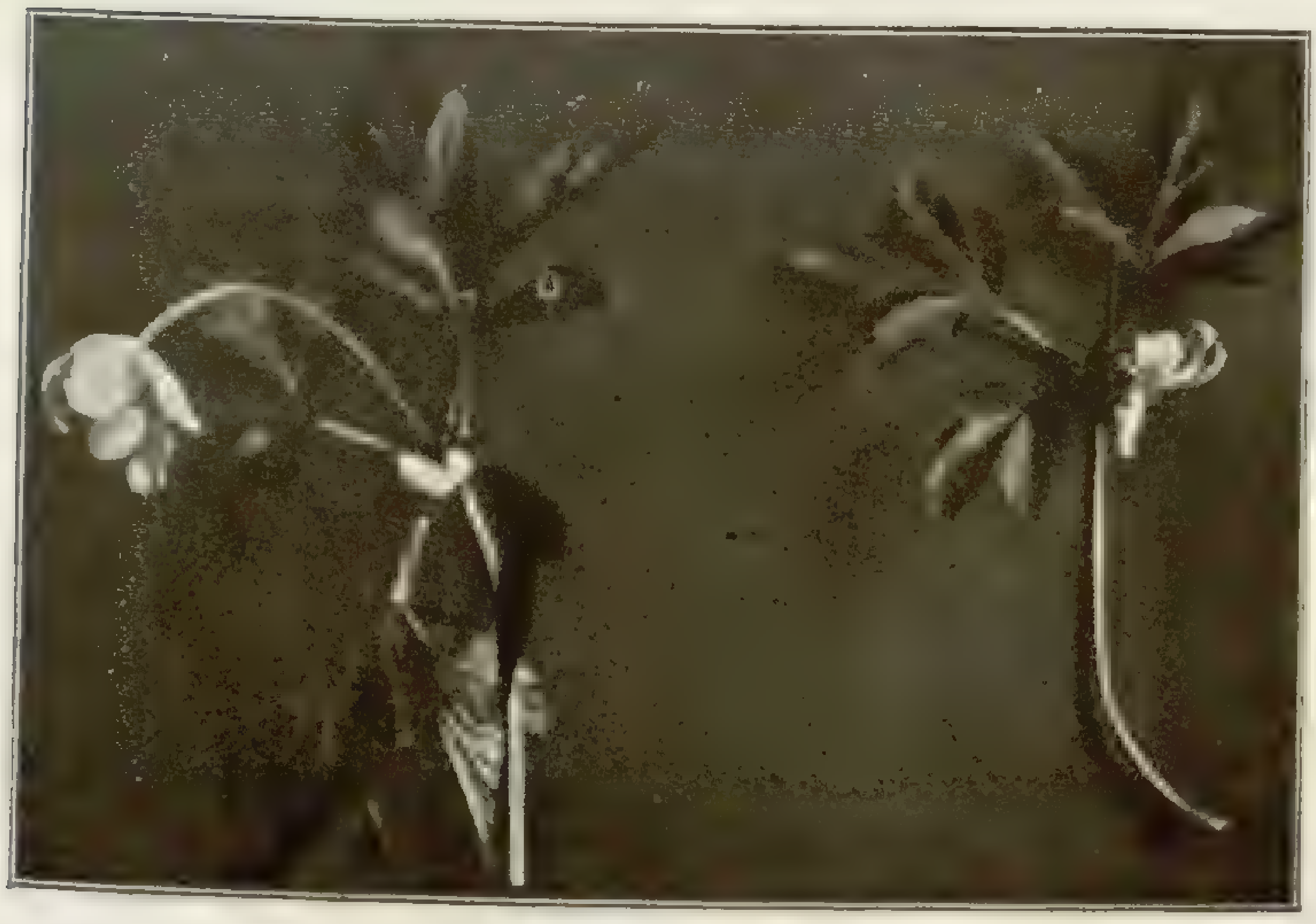


Abb. 4.

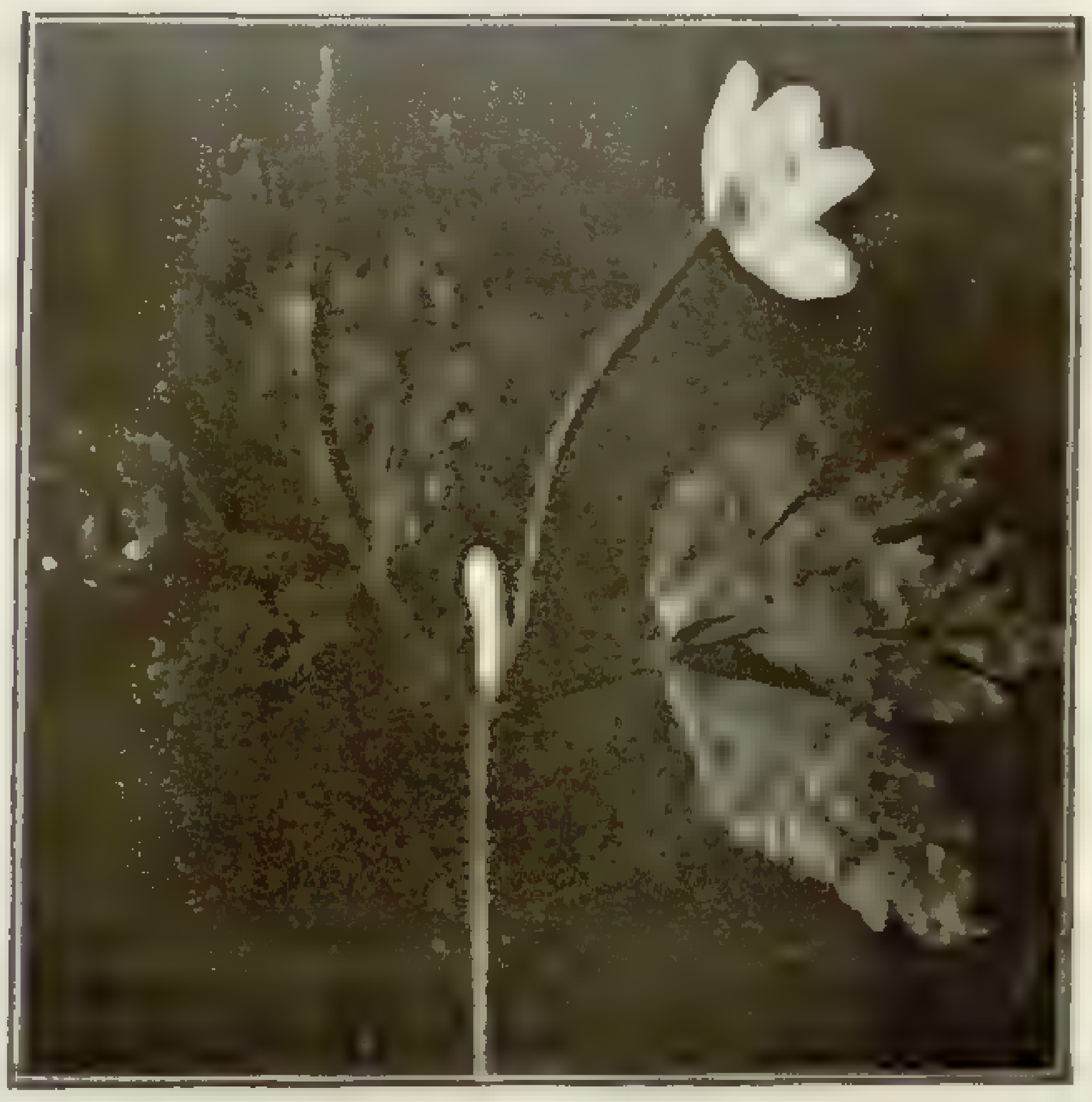


Abb. 3b.

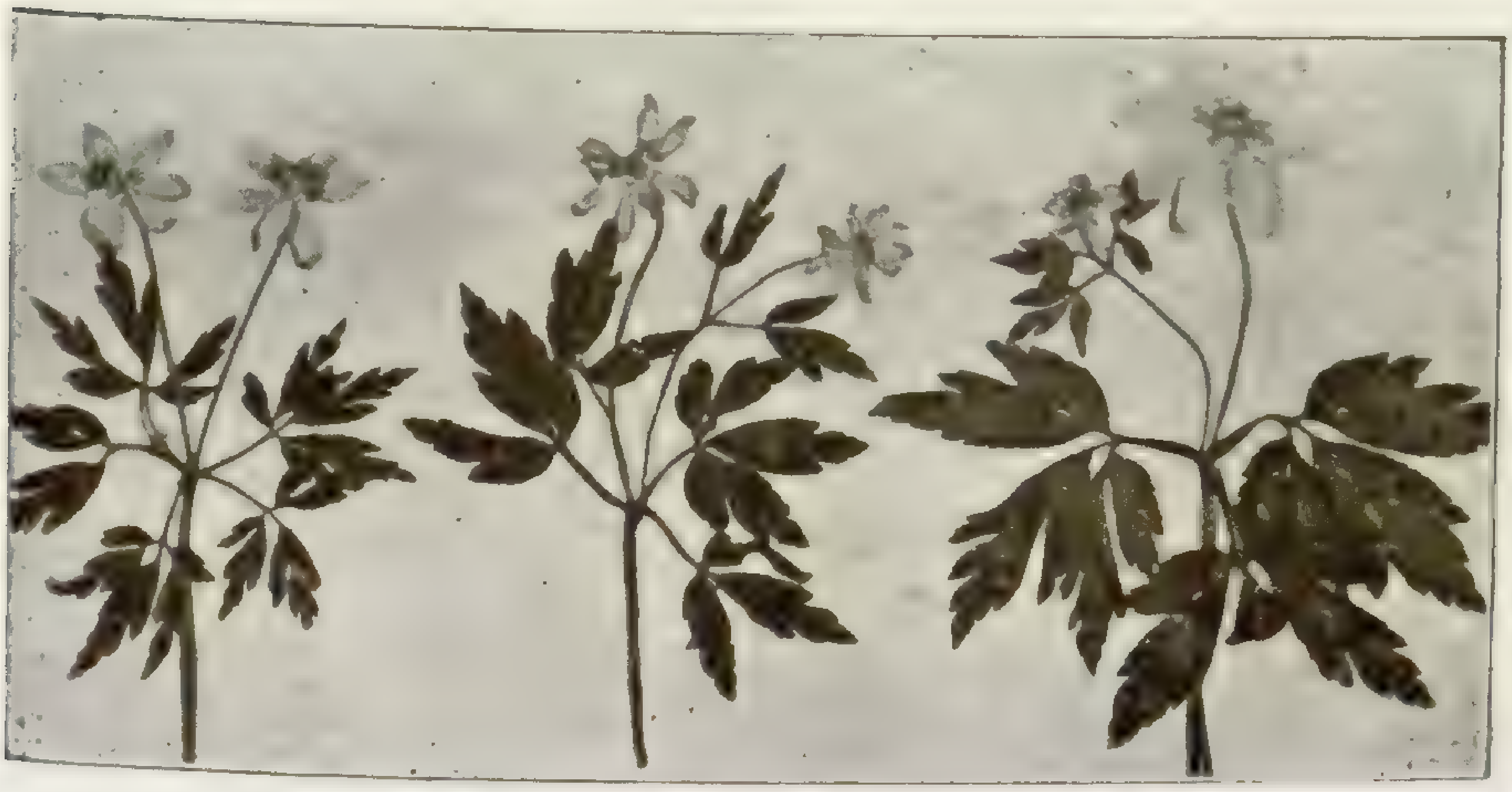


Abb. 5.

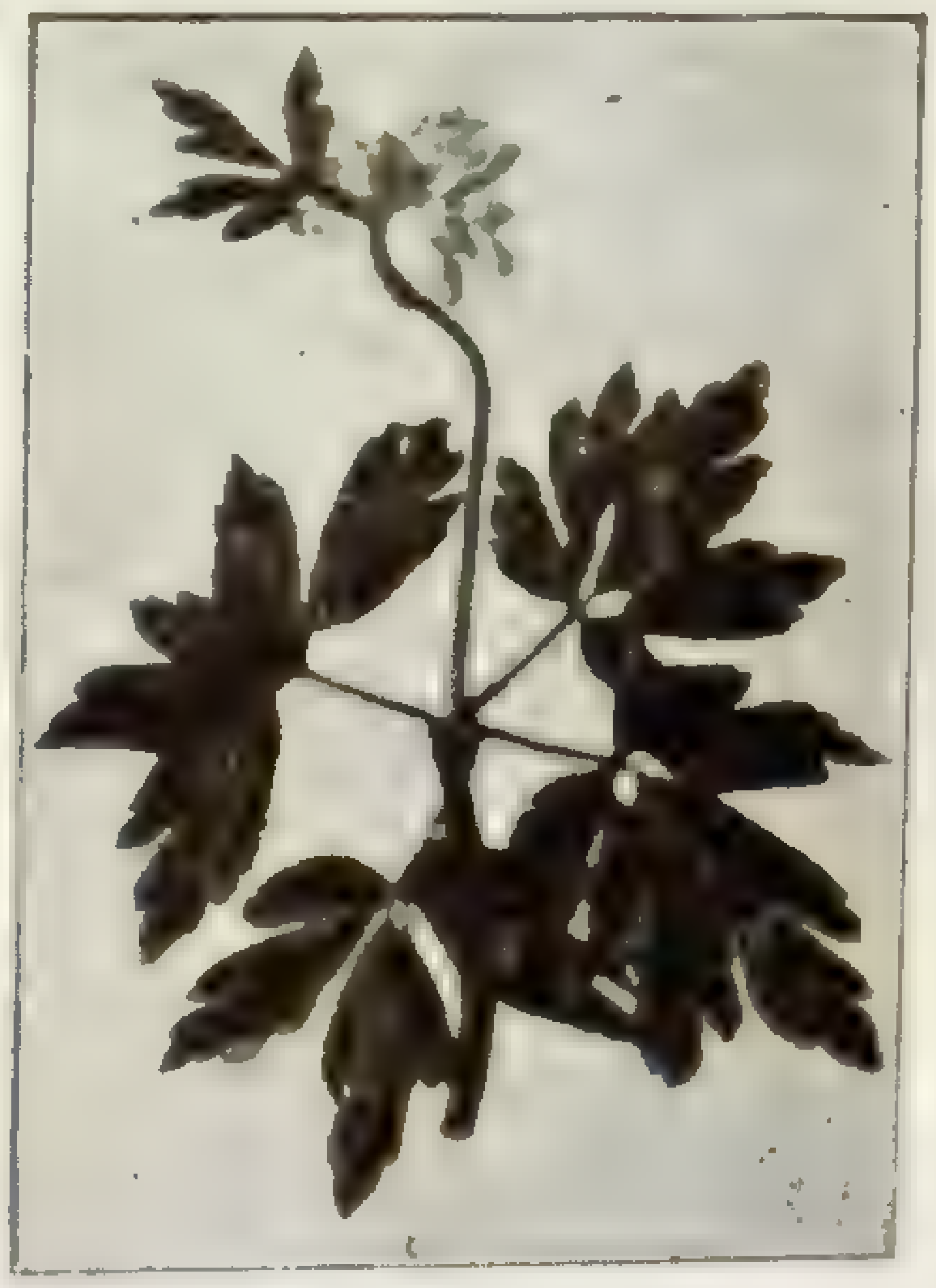


Abb. 3a.

H. Losch phot.

Sitzung vom 28. Juli 1916.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Der Vorsitzende gibt bekannt, daß unser Mitglied, Herr Geh. Regierungsrat Prof. Dr.

Chr. Luerssen

in Charlottenburg am 3. Juli d. J. verstorben ist. Die Anwesenden ehrten das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Ferner teilt der Vorsitzende mit, daß das Ministerium der geistlichen und Unterrichts-Angelegenheiten in einem Brief an Herrn HABERLANDT den Wunsch ausgesprochen habe, über die Hebung der Produktion an Speisepilzen wissenschaftlich durch die D. B. G. beraten zu werden. Der Vorstand erwählte daraufhin eine Kommission von 3 Mitgliedern, bestehend aus den Herren LINDAU, LINDNER und REINHARDT, welche die gestellten Fragen beantworten werden.

Gleichzeitig richtete der Vorsitzende an die Mitglieder der Gesellschaft die Bitte, nach Kräften in der Frage des Einsammelns von eßbaren Pilzen beim Publikum aufklärend und anregend zu wirken und besonders vor giftigen Pilzen zu warnen.

Von Herrn **Geisenheyner** in Kreuznach ist ein Dankschreiben für den ihm zu seinem 75. Geburtstage[1]) übersandten Glückwunsch beim Vorsitzenden eingetroffen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr

Stähelin, Marcus, cand. phil. in **Basel,** Rheinfelderstr. 33 (durch G. SENN und W. BRENNER)

Zum ordentlichen Mitglied wird ernannt Herr

Rasch, Dr. **Walter,** in **Berlin.**

---

1) Im vorigen Heft war irrtümlich der 70. Geburtstag genannt.

Herr P. LINDNER legte eine größere Zahl Tafeln vor, die er durch Vergrößerung seiner Mikrophotogramme oder von Zeichnungen hatte anfertigen lassen. Die Vergrößerung war so gewählt, daß die Einzelheiten in den Bildern auch auf eine größere Entfernung, wie sie in Hörsälen in Betracht kommen, noch in genügender Deutlichkeit erscheinen. Da, wo Gärungsorganismen, wie Hefen oder Schimmelpilze dargestellt sind, betrug die Vergrößerung gewöhnlich 2500. Die Tafeln selbst sind 65 cm hoch und 49 cm breit.

Bei der gewählten Vergrößerung erscheinen unsere Kulturhefen bereits in Tauben- oder Hühnereiergröße. Da die Aufnahmen meist bei 500 facher Vergrößerung gemacht wurden, so war zur Herstellung der Tafeln eine 5 fache lineare = 25 fache Flächenvergrößerung nötig.

Da mit wachsender Vergrößerung auch die Fehler des Negativs entsprechend in die Augen fallen, ist natürlich erste Bedingung für das Gelingen einer Tafel ein möglichst scharfes Negativ und für dieses wieder bei beweglichen oder in der Flüssigkeit des Präparates leicht verschiebbaren Teilchen die Momentaufnahme. Die bei 500 facher Vergrößerung nötige Belichtungsdauer war gewöhnlich nur 1/45 Sekunde. Bei diesen kurzen Lichtblitzen erscheinen selbst Sarcinen, die hin und wieder am Ende der Lagerung des Bieres im Faßgeläger anzutreffen sind, im Negativ in großer Schärfe und auch bei 2500 facher Vergrößerung noch deutlich in ihrer charakteristischen, durch Zeichnung nur schwer wiederzugebenden Formen. Von einer Anzahl in deutschen Brauereien sehr viel verwendeten Kulturhefen abgesehen, kamen noch einige Vegetationen von wilden Hefen auf diesen Tafeln zur Demonstration, so der *Saccharomyces cratericus*, die Hefen der spontanen Teegärung, üppige Sproßbäume bildende Hefen aus peruanischem Chicha-Bier, von anderen Pilzen die von einem ostafrikanischen, an der Lymphangitis epizootica erkrankten Maultier isolierte *Monilia capsulata*, ferner der aus chinesischer Hefe von SAITO entdeckte *Endomyces Lindneri*. Sehr gut lassen sich auch Assimilationsversuche, die in den bekannten viereckigen Standfläschchen angesetzt sind, im Tafelbild wiedergeben. Von sehr sauberen, nach von GLAUBITZ zusammengestellten Zeichnungen gemachten Aufnahmen seien erwähnt die in Cicaden auftretenden Symbiosehefen, Keimungsbilder der Gerste und tierische Getreideschädlinge.

Zum Schluß wurden noch Mikrophotogramme von der Hausflora einiger besonders gründlich durchstudierter Brauereibetriebe gezeigt und auf die Bedeutung der Mikrophotographie für den Erkennungsdienst in der biologischen Analyse hingewiesen. Größte Bedeutung kommen hier namentlich den Bildern zu, die den für die Betriebsanalyse angefertigten Präparaten entnommen sind. Besonders spielt hier das Vaselineinschlußpräparat, die Tröpfchen- und Adhäsionskultur eine große Rolle, die nunmehr in den gärungstechnischen Betriebslaboratorien eine ziemliche allgemeine Verbreitung gefunden haben.

Herr W. HERTER berichtet über eine Färbemethode zum Nachweis der Kartoffelprodukte mit unverkleisterter und verkleisterter Stärke im Brot. In dunklen Farbflüssigkeiten, etwa Tusche in geeigneter Konzentration, erscheinen die flachen, linsenförmigen Roggen- und Weizenstärkekörner dunkel, die dicken, eiförmigen Kartoffelstärkekörner hell. Enthält die Farbflüssigkeit gleichzeitig einen Cellulosefarbstoff, wie Methylenblau, Gentianaviolett, Congorot oder dergleichen, so gelingt es auch noch, die Kartoffelkleisterzellen lebhaft gefärbt hervortreten zu lassen.

Tafel XIV zeigt ein solches Präparat eines kartoffelhaltigen Brotes, mit dem an der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung gebräuchlichen „Schwarz-Weiß-Rot“ gefärbt. Die Roggenstärkekörner erscheinen schwärzlich, die Kartoffelstärkekörner weiß, die Kartoffelkleisterzellen purpurrot. Man erkennt gleichzeitig ein Stück Aleuronschicht, ebenfalls rot gefärbt.

Durch Zählungen und Schätzungen in mehreren Gesichtsfeldern kann man den Kartoffelgehalt des Gebäcks auch quantitativ mit ausreichender Genauigkeit bestimmen.

Mitteilungen.

39. G. Dittrich: Ein Todesfall nach dem Genuß von Inocybe frumentacea (Bull.) Bres.

(Eingegangen am 7. Juli 1916.)

Eine Reihe ungenießbarer oder giftverdächtiger Pilze, die unsere zahlreichen kleineren und mittleren Pilzbücher kaum berücksichtigen, umfaßt die Gattung *Inocybe*, deren Vertreter man je nach dem Aussehen ihrer Hutoberseite als Rißpilze oder Faserköpfe bezeichnen mag. Besonders ist es *Inocybe rimosa*, der selbst tödliche Wirkungen nachgesagt werden und die man gleichwohl nur selten in den gedachten Schriften, wie in dem handlichen „Pilzsammler" von MACKU und KASPAR, abgebildet findet, während sich unter den 307 Arten, die das umfassendste volkstümliche Pilzwerk, der „Führer für Pilzfreunde" von MICHAEL, im Bilde vorführt, nur *Inocybe geophylla* findet; die Unansehnlichkeit der häufigeren und die Seltenheit der meisten Arten mag diese Tatsache erklären. Die Bemerkungen über diese Pilze in den neueren Handbüchern der Toxikologie, so bei KOBERT und ERBEN, beschränken sich, wie vor ihnen bei BOUDIER-HUSEMANN, auf die Wiederholung der alten Angaben von KROMBHOLZ und LENZ. KROMBHOLZ seinerseits führt PERSOON an, der eine von BALBI berichtete Vergiftung einer ganzen Familie in Turin durch *Agaricus rimosus* mitteilt, und schildert selbst eingehend den Sektionsbefund bei einem durch eine sehr geringe Menge des Pilzes getöteten Meerschweinchen. LENZ gibt an, daß STAUDE in Koburg eine schwere Erkrankung dreier Personen und den Tod eines Hundes beobachtete. SCHWALB bezeichnet auch *Inocybe sambucina* und *fibrosa* als giftig. Andererseits ist diesen Angaben in älterer und neuerer Zeit widersprochen worden. Man kann auch nicht ersehen, mit welchen Speisepilzen *Inocybe*-Arten verwechselt worden wären; KOBERT scheint an Stockschwämmchen zu denken. Um so beachtenswerter erscheint der folgende, überdies tödlich verlaufene Fall.

Nach einer Zeitungsnachricht starb in Aschersleben in der Nacht vom 15. zum 16. Juni d. J. der Lehrer BOKEMÜLLER an Pilzvergiftung, während seine Frau und das Dienstmädchen die

Erkrankung überstanden; in der Notiz war hervorgehoben, daß B. als alter Sammler und Kenner von Pilzen galt. Eine spätere Zeitungsmeldung nannte als Ursache der Vergiftung den weißen Faserkopf, *Inocybe sambucina* Fr., und verwies auf eine vor zwei Jahren vorgekommene, aber günstiger abgelaufene Erkrankung nach dem Genuß des gleichen, in der Nähe der sog. alten Burg unter Buchen wachsenden Pilzes. Was nachstehend an Einzelheiten mitgeteilt wird, ist der Gefälligkeit von Herrn Mittelschullehrer H. OTTE in Aschersleben zu verdanken, der mir auch Exemplare der Art übersandte, von der er einwandfrei feststellen konnte, daß sie das gefährliche Gericht bildete, an dem die Familie BOKEMÜLLER erkrankte.

Die Pilze hielt B. wohl für eine dem Champignon verwandte Art. Er hatte sie am Abend vorher an der genannten Örtlichkeit gesammelt, und sie wurden am folgenden Mittag in reichlicher Menge zubereitet. Kurz vor der Mahlzeit bittet das Dienstmädchen die aus dem Garten hereinkommende Frau B., die Pilze zu kosten, da vielleicht noch Salz fehle. Frau B. nimmt einige Stückchen und etwas von der Tunke zu sich; nach 20 Minuten wird ihr schwindlig und übel, und es stellt sich starker Schweißausbruch ein. Da sie kränklich ist, will sie nicht unbedingt den Pilzen die Schuld zuschreiben, macht aber den heimkehrenden Gatten auf diese Möglichkeit aufmerksam. Herr B. meint indessen, sie habe sich wohl bei der Gartenarbeit zu sehr angestrengt, verzehrt mit dem Dienstmädchen die Pilze und geht sogleich aus dem Hause, um einen beabsichtigten Besuch mit Rücksicht auf das Unwohlsein der Gattin abzusagen. Während seiner Abwesenheit wird dem Mädchen bei heftigem Schweißausbruch hochgradig übel; es führt schließlich vor Angst den Finger in den Hals, erregt dadurch Erbrechen und wird so gerettet.

Dem zurückkehrenden Herrn B. war es auf der Straße, als ob die Häuser tanzten. Außer den Beschwerden der anderen hat er auch Leibschmerzen, gegen die er einen Magenschnaps versucht. Eine reichliche Stunde später gibt ihm der Arzt ein Brechmittel, jedoch ohne Erfolg. Im Bett stellen sich bei dem Erkrankten schwere Wadenkrämpfe und großes Kältegefühl ein. Um 11 Uhr abends wird er ins Krankenhaus gebracht, wo ihm der Magen ausgespült wird. Unter heftigen Schmerzen tritt morgens 3 Uhr der Tod an Herzlähmung ein. In den letzten Stunden soll Erblindung bestanden haben, das Bewußtsein aber bis zum Tode erhalten geblieben sein.

Im ganzen erinnern die Erscheinungen an die der Fliegenpilzvergiftung. Die eingesandten Pilze gaben sich zunächst nach Farbe und Geruch, dann aber auch nach allen anderen Merkmalen als *Inocybe frumentacea* (Bull.) Bres. zu erkennen; sie entsprachen vollkommen Pl. 571, Abb. I (*Agaric frumentacé*), D und E in des Autors Herbier de la France. Bei der Seltenheit der Art soll eine Beschreibung der Stücke von Aschersleben folgen:

Hut anfangs kegelig-glockig, mit eingeknicktem Rande, später ausgebreitet und breit gebuckelt, mit aufwärts gebogenem Rande, bis 8 cm breit, ziegelfleischrot, bräunlichrotfaserig und rissig, fleischig; Fleisch weiß mit rötlichem Schein, Stiel gleichfarbig, teilweise dunkler weinrot, oberseits weißlich und weißflockig, gestreift, leicht gekrümmt, anfangs nach dem Grunde zu sehr schwach verdickt, später an der Spitze verbreitert, bis 7 cm lang, etwa 1 cm breit, fleischigvoll, nach der Ablösung vom Hute faserig aufspaltend; die Farbe des Inneren ähnelt der des Hutfleisches. Lamellen anfangs weißlich und stellenweise weinrot, später olivbraun mit entsprechend dunkler rot verfärbten Stellen, mit weißlicher, gewimperter Schneide, etwa 7 mm breit, gedrängt, fast frei. Sporenstaub trübolivbräunlich; Sporen schmutziggelb, elliptisch bis bohnenförmig, 11—12/6—6,5 μ; Cystiden nur an der Lamellenschneide, dicht gedrängt, schlauchförmig mit leicht angeschwollenem, 12—14 μ breitem oberem Ende. Geruch ganz dem von altem Weizenkornbranntwein entsprechend, Geschmack mild. — Die nahestehende *Inocybe Bongardii* (Weinm.) Karst. ist schlanker, ihre Hutfarbe neigt in ein dunkleres Braun, die Lamellen stehen entfernter, die Sporen sind größer, der Geruch des Pilzes ein anderer.

Ein Fütterungsversuch und eine Untersuchung des Pilzauszuges sollen bei Erlangung weiteren frischen Materiales angestellt werden; der Fall selbst verdient eine baldige Bekanntgabe aus folgenden Rücksichten. Die Verfasser von Pilzbüchern und ähnlichen Schriften heben ausdrücklich hervor, es gebe nur sehr wenige eigentliche Giftpilze, die man an den Fingern herzählen könne; demgemäß wird, aus naheliegenden Gründen jetzt besonders gern, der Rat erteilt, sich vor allem die Kenntnis dieser wenigen Giftpilze und einiger besonders übel schmeckender Arten anzueignen, alle anderen Sorten könne dann der einzelne nach seinem Geschmack erproben. Es ist klar, daß bei einer solchen Freiheit in der Auswahl sehr viel mehr Pilze überhaupt zum ersten Mal — wenigstens in größerem Umfang — in ihrer Wirkung auf den Menschen geprüft werden würden, als sich bisher, bei der geringen Zahl der Speisepilze und der mit ihnen zu verwechselnden Arten, Gelegenheit und Anlaß hierzu bot. Wer also mit der Fülle weniger bekannter Pilze, vollends mit einer so vereinzelt auftretenden Art wie der von BOKEMÜLLER verwendeten, Eßversuche anstellen will, sollte das nur mit kleinen Mengen und mit großer Vorsicht tun.

Breslau, den 6. Juli 1916.

---

40. Elfriede Jülg: Ueber das angebliche Vorkommen von Bakterien in den „Wurzelknöllchen“ der Rhinanthaceen.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität Wien. Nr. 94 der II. Folge.)

(Eingegangen am 14. Juli 1916.)

I. Einleitung und Literatur.

In einer Abhandlung BEIJERINCKS über die Bakterien der Papilionaceen-Knöllchen[1]) findet sich eine Fußnote mit folgendem Inhalte vor:

— — „Im August dieses Jahres sandte mein Freund HUGO DE VRIES mir aus Hilversum Wurzeln von *Melampyrum pratense* mit der Bemerkung, er glaube in deren Knöllchen Bakterien zu erkennen. Nachdem ich mich von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugt hatte, untersuchte ich die Knöllchen von *Rhinanthus major* und fand in den geschlossenen Gewebezellen derselben lebende Bakterien und sehr kleine Bakteroiden. Die anatomische Struktur der Knöllchen ist identisch mit derjenigen der Papilionaceenknöllchen und selbst die „Schleimfäden“ fehlen darin nicht.“ —

Auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. HANS MOLISCH, beschäftigte ich mich mit der Frage über dieses angebliche Vorkommen von Bakterien in den Wurzelknöllchen der Rhinanthaceen.

Bei Durchsicht der einschlägigen Literatur ergaben sich mancherlei Widersprüche und Unklarheiten in dieser Frage, die ihre Bedeutung um so mehr hervorheben. —

Neben BEIJERINCK hat sich in eingehender Weise HILTNER mit den Leguminosenbakterien beschäftigt, — auch er hat Rhinantha-

---

1) BEIJERINCK M. W., „Die Bakterien der Papilionaceen-Knöllchen“ Botanische Zeitung, 1888, 46. Jahrg., S. 780.

ceen gefunden, die „Wurzelknöllchen“ tragen und drückt seine diesbezüglichen Erfahrungen folgendermaßen aus[1]):

— — „Schon BEIJERINCK wies darauf hin, daß er Wurzelknöllchen auch bei *Melampyrum pratense* und *Rhinanthus major* beobachtet habe und HILTNER konnte solche bei verschiedenen Scrophulariaceen und Labiaten nachweisen.“

An anderer Stelle[2]):

— — „Die Tatsache, daß bisher keine Leguminosenart bekannt geworden ist, bei welcher Wurzelknöllchen konstant fehlen, und daß andererseits das Vorkommen von durch Bakterien oder bakterienartige Organismen erzeugten Knöllchen sich außerhalb der zu den Leguminosen gehörigen Familien auf wenige Pflanzen, als *Alnus*-Arten, Elaeagnaceen, *Myrica Gale* und einige Scrophulariaceen usw. beschränkt ist, läßt zunächst die Frage gerechtfertigt erscheinen, welche Eigenschaften diese letzteren, systematisch so weit abweichenden Pflanzen mit den Leguminosen gemeinsam haben.“ — —

Eine dritte Stelle besagt wiederum[3]):

— — „BEIJERINCK berichtet schon über das Vorkommen von Bakterienknöllchen bei *Melampyrum pratense* und *Rhinanthus major*. Ich habe solche außer bei diesen und bei verwandten Pflanzenarten auch bei einigen Labiaten nachweisen können.“

Die Rhinanthaceen sind von vielen Autoren auf das eingehendste behandelt worden, doch fand ich außer den erwähnten keine Notiz über das regelmäßige Vorkommen von Wurzelknöllchen an den Parasiten. Da durch die kurzen Bemerkungen HILTNERs und BEIJERINCKs die Frage über ihr tatsächliches Vorhandensein nicht geklärt schien, wandte ich mich diesbezüglich mit einer Anfrage an Herrn Prof. Dr. BEIJERINCK in Delft und erhielt, wofür ich bestens danke, in liebenswürdigster Weise die Auskunft, daß die Bakterienknöllchen der Rhinanthaceen von den Haustorien unabhängig sind, von Prof. BEIJERINCK aber nur selten und dies vor vielen Jahren gefunden wurden. Ob er sie als regelmäßige Bildung fand und näher untersuchte, kann ich seinem Schreiben nicht entnehmen. —

Trotz überaus sorgfältiger Untersuchung vieler Rhinanthaceen konnte ich niemals Gebilde finden, die mit den Bakterienknöllchen der Leguminosen identisch waren, so daß es sich bei BEIJERINCKs

---

1) L. HILTNER, „Die Bindung von freiem Stickstoff durch das Zusammenwirken von Schizomyceten und von Eumyceten mit höheren Pflanzen.“ In LAFARS Handbuch der Technischen Mykologie. Bd. III. S. 60.

2) L. HILTNER, Über die Ursachen, welche die Größe, Zahl, Stellung und Wirkung der Wurzelknöllchen der Leguminosen bedingen.“ Arbeiten aus der biolog. Abtg. d. Kais. Gesundheitsamtes Berlin 1900. I. Bd., S. 179.

3) L. HILTNER, Über die Ursachen, etc. l. c. S .179 als Fußnote zu vorerwähntem Zitat.

Entdeckungen wahrscheinlich wohl nur um ganz unaufgeklärte Gebilde handeln konnte. —

Wohl aber finden sich in der Literatur über Rhinanthaceen einige Abhandlungen, in welchen das Vorkommen von Bakterien in den Haustorien in Frage gestellt wird.

So schreibt L. KOCH unter anderem über *Melampyrum*[1]):

— — „Zur Zeit des bedeutendsten Wachstums des die Hauptmasse der Kugel ausmachenden Parenchyms führen dessen dünnwandige, polygonale Zellen einen wasserhellen Inhalt. Nach dem Eindringen der Initialen in das Nährobjekt tritt das Protoplasma mehr und mehr hervor. Man bemerkt dann in ihm gelbe, mit einem Stich ins Grünliche versehene Farbstoffkörper, sowie, was besonders interessant ist, farblose, meist aus gekrümmten Stäbchen bestehende Gebilde, welche den Bakteroiden der Wurzelanschwellungen der Leguminosen zu entsprechen scheinen. Die Stäbchen speichern Anilinfarbstoffe (Gentianaviolett) in sich auf, färben sich mit Jodjodkalium gelblich, zeigen mitunter Bewegung und werden durch Kalilauge nicht zerstört. Man bemerkt sie zuerst in dem wandständigen Plasma, sowie in demjenigen, welches bei zentraler Lage des auffallend großen Zellkernes diesen umgibt. Nach und nach tritt nun das Plasma an Stelle des Zellsaftes. Die Zelle füllt sich mit Bakteroiden, wenn auch lange nicht in dem Maße, als das in den Zellen der Wurzelanschwellungen der Leguminosen der Fall ist. Bei den letzteren dürfte dessen ungeachtet das Gesamtquantum nicht allzu wesentlich dasjenige der Knöllchen unserer Pflanze übersteigen. Es sind eine größere Zahl von Zellen so ziemlich ausschließlich mit Stärke gefüllt, während bei *Melampyrum* hier geformte Stärke gar nicht auftritt.

Die Füllung der Zellen beginnt gewöhnlich in den den trachealen Strang umgebenden, sowie den Initialen anstoßenden Zellen. Sie erstreckt sich, mit Ausnahme der äußersten Lagen, die nie eine derartige Füllung enthalten, auf das gesamte Parenchym der Kugel.

— — Die ungehinderte Weiterentwicklung von *Melampyrum* während einer Trockenheitsperiode erfordert somit auch disponible, in Anbetracht der Assimilationstätigkeit unserer Pflanze, eiweißhaltige Stoffe. Daß derartigen Anforderungen entsprochen werden kann, lehren die Inhaltsbestandteile des Parenchyms des Saugorgans. Schon mit Beginn der stoffaufnehmenden Tätigkeit desselben begann die Aufspeicherung der stäbchenförmigen Gebilde. Das Organ entwickelte sich schon damals als Reservestoffbehälter, es entspricht in dieser Hinsicht den bereits erwähnten Wurzelanschwellungen der Leguminosen, für deren nunmehr richtige Deutung es einen neuen Beleg abgibt.“ —

Auch in seiner Arbeit über *Rhinanthus minor* kommt L. KOCH zu folgendem Schlusse[2]):

— — „Bezüglich der Zellinhalte intra- wie extramatrikaler Teile sei hervorgehoben, daß geformte Stärke nicht angetroffen wird. Dagegen findet man äußerst kleine körnchen- bis stäbchenförmige Gebilde, die gegen Kali-

---

1) L. KOCH, Über die direkte Ausnützung vegetabilischer Reste durch bestimmte chlorophyllhaltige Pflanzen.“ Deutsche bot. Gesellschaft. 1887. Bd. V. S. 357.

2) L. Koch, „Zur Entwicklungsgeschichte der Rhinanthaceen (*Rhinanthus minor*).“ Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. XX. Bd., 1889, S. 20.

lauge, Alkohol, Chloroform und Terpentinöl widerstandsfähig und unlöslich sind, sich mit Jodkali schwach gelb färben und Anilinfarbstoffe, besonders Gentianaviolett, in sich aufspeichern. Daß wir es hier mit geformten Eiweißkörpern und nicht etwa mit Bakterien zu tun haben, dafür spricht der Umstand, daß die Entstehung und das Verschwinden dieser Gebilde zu einem Zeitpunkte stattfindet, der mit bestimmten Entwicklungsphasen unserer Pflanze oder deren Organe zusammenfällt.

Die Ausscheidung steht augenscheinlich im Zusammenhange mit dem Eindringen der Haustorien in die Nährgewebe. Während zuvor die Zellen wasserhell sind, verlieren sie mit dem Eintritt besonders in das Nährgefäßbündel diese Beschaffenheit. Der Inhalt wird ein dunkler, die Körnchen oder Stäbchen treten mehr oder minder zahlreich hier auf.

Das geschieht weitaus weniger in den trachealen Endzellen des Haustoriums als in deren benachbarten Initialen, ein Verhältnis, das auch bei der spätern Füllung des extramatrikalen Knöllchens mit derartigen Stoffen wiederkehrt. Der tracheale Strang enthält von solchen nur wenig, dagegen vollzieht sich die Füllung, insoweit sie nicht direkt von den Initialen ausgeht, im Anschluß an ihn. Die den Strang umschließenden Zellen zeigen zuerst die geformten Inhalte und von hier schreitet, in dem die Hauptmasse des Knöllchens ausmachenden parenchymatischen Gewebe, die Füllung nach außen vor. Die verkorkte Außenlage, unter Umständen auch noch einige tiefere Schichten sind von der Füllung ausgeschlossen.

Umgekehrt findet ein Schwinden der fraglichen Gebilde etwa mit dem Eintritt der Pflanze in die Blüte, also zu einer Zeit statt, wo Eiweißstoffe zu der Fruktifikation gebraucht werden. Die Zellen intra- und extramatrikaler Teile der Saugorgane, besonders aber die letzteren, werden wieder wasserhell. Nur ausnahmsweise trifft man hier — und zwar dann in der Nähe des Gefäßbündels der Mutterwurzel des Haustoriums — eine Zellgruppe, deren Zellen blasig angeschwollen und stark angefüllt sind. Die Gruppen ziehen sich nicht selten in Form von Strängen in die Mutterwurzel hinein.“ — —

Die Arbeiten von L. KOCH geben genaue Untersuchungen über den anatomischen Bau der Rhinanthaceen-Haustorien, die Deutung der Inhaltskörperchen ist aber nicht klar. KOCHs angegebene Reaktionen sind noch keineswegs beweisend für die Eiweißnatur der Stäbchen, ebenso wenig läßt sich daraus schließen, daß Bakterien in den Haustorien nicht vorhanden sind.

Besonders eingehend hat sich HEINRICHER mit der Familie der Rhinanthaceen beschäftigt[1]), doch fand ich auch in seinen Schriften nirgends eine Angabe, die darauf hindeutet, daß er neben den Haustorien Bakterienknöllchen gesehen hätte.

A. SPERLICH, der auf Veranlassung Prof. HEINRICHERs die Haustorien von Rhinanthaceen unter anderem auf ihre Inhalts-

---

1) HEINRICHER, „Die grünen Halbschmarotzer I.“ Jahrbücher für wiss. Bot. Bd. XXXI, 1897.

HEINRICHER, „Die grünen Halbschmarotzer II.“ Jahrbücher für wiss. Bot. Bd. XXXII, 1898.

bestandteile untersuchte, schreibt über die von KOCH besprochenen Stäbchen folgendes[1]):

— — „Hier soll das Auftreten eines Inhaltsbestandteiles erörtert werden, dessen KOCH zum ersten Male bei Besprechung der Haustorien von *Melampyrum pratense* Erwähnung tut, den er dann auch in den Haustorien von *Rhinanthus* und *Euphrasia* findet: körnchen- und stäbchenförmige Gebilde, die im hyalinen Gewebe, bisweilen auch in den Zellen des Haustorialfortsatzes bald nach Anbohrung eines Nährobjektes erscheinen. KOCH hält diese Gebilde für geformte Eiweißkörper, die im Haustorium gespeichert werden und homologisiert sie mit den Bakteroiden in den Leguminosen-Knöllchen, welche im gleichen Jahre von TSCHIRCH untersucht und auf Grund dieser Untersuchung für von der Leguminose gespeicherte, geformte Eiweißkörper gehalten wurden. Aehnlichkeit in formeller Gestaltung, gleiches Verhalten rücksichtlich der Einwirkung von Anilinfarbstoffen und Jodjodkalium und Resistenz gegen Kalilauge führen KOCH zu dieser Auffassung.

HEINRICHER findet im hyalinen Gewebe der Haustorien von *Lathraea*[2]) ebenfalls körnchen- und stäbchenförmige Gebilde, welche die von KOCH angegebenen Reaktionen geben, hält diese aber wegen ihrer Resistenz gegen Einwirkung von JAVELLEscher Lauge und wegen ihrer Färbbarkeit mit Fuchsin-Pikrinsäure für aus den Holzsubstanzen des Wirtes entnommene, wahrscheinlich in die Reihe der Kohlehydrate gehörige Stoffe. Da die von KOCH für den in Frage kommenden Inhaltsstoff angegebenen Reaktionen auch für die von HEINRICHER im *Lathraea*-Haustorium beobachteten Körper gelten, finden wir von HEINRICHER die berechtigte Annahme ausgesprochen, „daß in den für *Clandestina* p. 34, für *Squamaria* p. 39 erwähnten, stark lichtbrechenden Tröpfchen oder Kügelchen, . . ., ähnliche, vielleicht sogar die gleichen Inhaltskörper, wie es die Bakteroiden KOCHs sind, vorliegen.“ Meine Untersuchungen ergeben die Tatsache, daß die von HEINRICHER in den Haustorien von *Lathraea* gesehenen, eben erwähnten Inhaltsstoffe auch im *Melampyrum*-Haustorium vorkommen, — darauf komme ich noch später zu sprechen — daß indeß überdies körnchen- und stäbchenförmige Gebilde im hyalinen Gewebe auftreten, die mit HEINRICHERs Inhaltsstoffen nicht identifiziert werden können. Auf Behandlung mit JAVELLEscher Lauge bleibt im hyalinen Gewebe sowohl eine mit Fuchsin-Pikrinsäure färbbare Masse, als auch ein Krümmelwerk zurück, dem jede Färbbarkeit mit Fuchsin-Pikrinsäure abgeht, daß also keineswegs den gerade durch diese Reagentien intensiv gefärbten Inhaltsresten HEINRICHERs gleich gestellt werden kann. Was ist nun letzterer Inhaltsstoff, der uns nach Behandlung mit JAVELLEscher Lauge als ein im Zentrum der Zelle konzentrierter Krümmelhaufen entgegentritt? — —“

SPERLICH untersucht nun gleichzeitig Haustorien und Leguminosen-Knöllchen, indem er die von KOCH angegebenen Reaktionen mit beiden Geweben ausführt. Ebenso prüft er die Resistenz der Knöllchenbakterien und des Haustorialinhaltes inbezug auf Säuren und Alkalien und stellt einen Verdauungsversuch mit Pepsin-Salzsäure an. Er kommt zu dem Ergebnis[1]), daß die körnchen- und stäbchenförmigen Körper im Haustorium wahrscheinlich den Bakteroiden in stofflicher Beziehung ähnlich sind und hält beide für stickstoffhaltige Verbindungen, die aus Eiweißstoffen bestehen oder solche enthalten. Ihr Entstehen und Verschwinden hängt von den Entwicklungstadien der Pflanze ab. Auf Grund einer vergleichenden Darstellung der bisherigen Ergebnisse der Bakterienforschung bei Leguminosen versucht SPERLICH, die merkwürdigen Inhaltskörperchen der Haustorien wie folgt zu erklären:

---

[1]) A. SPERLICH, „Beiträge zur Kenntnis der Inhaltsstoffe in den Saugorganen der grünen Rhinanthaceae.“ Bot. Zentralblatt. Beihefte. Bd. XI, Heft 7, 1902, (Separatum S. 20).

[2]) HEINRICHER, „Anatomischer Bau und Leistung der Saugorgane der Schuppenwurzarten“. Breslau (KERNs Verlag) 1895. S. 34 u. S. 39.

> — — „Wofür sind nun die ähnlichen Gebilde im Haustorium zu halten? — Sind sie von der Pflanze gebildete Speicherformen von Eiweißstoffen, wofür sie KOCH übereinstimmend mit TSCHIRCH's Auffassung der Bakteroiden im Leguminosen-Knölichen hält, entstehen sie als Reaktion der Pflanze auf die Einwanderung eines Mikroorganismus, oder sind sie Entwicklungsformen eines ähnlichen Mikroorganismus wie der in den Leguminosen-Knöllchen wohnende? Den Infektionsfäden in den Knöllchen vergleichbare Bildungen kommen im Haustorium nie vor, auch wurden andere Entwicklungsstadien dieser Körper weder von KOCH noch von mir gesehen. Ich glaube, diese Frage kann ebenso, wie dies bei der Frage über die Natur der Knöllchenbakteroiden nunmehr geschehen ist, nur durch Kulturversuche gelöst werden. Sollte es in einwandfreier Weise gelingen, in Nährsubstraten aus den im Haustorium auftretenden körnchen- und stäbchenförmigen Gebilden Sporen und Schwärmer zu ziehen, aus diesen weitere Entwicklungsformen, die sich schließlich neuerdings zu Bakteroiden ausgestalten, dann hätten wir allerdings eine höchst merkwürdige Symbiose vor uns.
>
> Es genügt, hier durch erweiterte Reaktionen gezeigt zu haben, daß die fraglichen Gebilde im Haustorium den Bakteroiden der Leguminosen-Knöllchen stofflich sehr ähnlich sind und mit den von HEINRICHER bei *Lathraea* beobachteten und für ein Kohlehydrat gehaltenen Stoffen nicht identifiziert werden können.
>
> Vergleichen wir endlich noch die Mengen dieser Gebilde im Knöllchen und im Haustorium, so können wir sagen, daß die Masse im Haustorium selbst zur Zeit der größten Fülle eine weit kleinere ist als in den damit geradezu vollgepfropften Knöllchen.“ —

Aus vorstehenden Zitaten aus der Rhinanthaceen-Literatur ist zu entnehmen, daß man sich über die Inhaltsbestandteile der Haustorien verschiedene Urteile gebildet hat, nämlich:

1) Die Inhaltskörperchen entsprechen den Bakteroiden der Leguminosen-Knöllchen, die als geformte Eiweißstoffe aufzufassen sind. (KOCH.)
2) Die Inhaltskörperchen sind Stoffe, die aus den Holzsubstanzen des Wirtes entnommen sind und in die Reihe der Kohlehydrate gehören. (HEINRICHER.)

---

1) A. SPERLICH, l. c. S. 28.

3) Die Inhaltskörperchen stehen in stofflicher Beziehung den Bakteroiden sehr nahe. (SPERLICH.)

Die verschiedenen Widersprüche in den Abhandlungen über Rhinanthaceen sowie die Unklarheit bezüglich der Frage, ob die im hyalinen Gewebe des Haustoriums vorkommenden Inhaltskörper Bakterien sind oder nicht, gaben mir den Weg an, der eingeschlagen werden mußte, um hier eine Entscheidung zu treffen. —

II. Eigene Untersuchungen.

Es handelte sich nach der vorhergehenden Darlegung darum, genaue mikroskopische Untersuchungen und einwandfreie chemische Reaktionen durchzuführen, die über die stoffliche Natur des fraglichen Inhaltskörpers Aufklärung zu geben geeignet sind. Die von KOCH und SPERLICH angegebenen Parallelreaktionen mit Knöllchen und Haustorien wurden von mir in eingehender Weise ausgeführt, überprüft und erweitert.

Um aber die Frage endgültig zu entscheiden, war es notwendig, die Inhaltskörperchen durch Kulturversuche auf ihre bakterielle Natur zu prüfen, was auch SPERLICH als das entscheidende Moment betrachtet. Solche Versuche, über deren Resultat ich später zu berichten haben werde, wurden von mir in ausgedehntem Maße durchgeführt.

A. Mikroskopischer Befund.

Material: Meinen Untersuchungen dienten Rhinanthaceen, die ich teils aus der näheren Umgebung Wiens, teils aus Lunz und Steiermark bezog, so daß auch Pflanzen verschiedenster Standorte in Betracht gezogen wurden. Am eingehendsten wurden alle Versuche mit *Melampyrum pratense* angestellt, doch wurden die sich hierbei ergebenden Tatsachen auch bei *Melampyrum silvaticum*, *Alectorolophus major* und *minor* überprüft.

Präparationsmethode: Als Präparationsmethode verwendete ich die von HEINRICHER und SPERLICH angegebene: Die Pflanzen wurden ausgestochen und mittels eines nicht allzu kräftigen Wasserstrahles vom Erdreich befreit. Auf diese Weise gelang es fast durchwegs, die Haustorien samt ihrer Nährwurzel unverletzt zu erhalten. Nachdem diese zarten Gebilde im Zusammenhange mit der Mutterpflanze blieben, wäre es umso befremdlicher, zu vermuten, daß distinkte Bakterienknöllchen, wie sie BEIJERINCK beschreibt, durch das Auswaschen abgerissen worden sind. So komme ich auch dadurch wieder zu dem Schlusse, daß solche entweder gar nicht vorhanden oder nur als Zufallsbildungen aufzufassen sind. —

Füllungsverhältnisse: Ich begann mit der Untersuchung von Keimlingen, die anfangs Februar im Buchenbestand des Wiener Waldes gesammelt wurden. Die Kotyledonen waren noch von der Samenschale umgeben, jedoch schon leicht ergrünt. Die Hauptwurzel war ziemlich lang und entsandte mehrere Verzweigungen in den von alten Blättern durchsetzten Waldhumus. Auf den Seitenwurzeln waren bereits kleine Haustorien ausgebildet. Sie zeigten den normalen Bau: Haustorialknopf und -fortsatz; doch zog sich von der *Melampyrum*-Mutterwurzel kein Gefäßbündel zur Nährwurzel. Das hyaline Gewebe zeigte wasserhelle Zellen mit großen Kernen, denen jeglicher Inhalt fehlte.

Das nächstfolgende Stadium, das zur Untersuchung gelangte, waren Pflänzchen von *Melampyrum pratense*, anfangs März gesammelt, deren Kotyledonen bereits frei waren. Da das Wurzelwerk schon viel kräftiger entwickelt war, konnte ich neben ganz kleinen, kaum angelegten bereits große, stark ausgebildete Haustorien zur Untersuchung heranziehen. Hierbei konnte ich die interessante Tatsache feststellen, daß bei *Melampyrum pratense* die Füllung des Haustorialgewebes dann zum ersten Mal eintritt, wenn das Gefäßbündel, das von der Mutterwurzel zum Haustorialfortsatz führt, zur Ausbildung gelangt. Auch SPERLICH[1]) spricht von Haustorien, welchen das sonst normal ausgebildete Gefäßbündel fehlte und setzt diesen Mangel in Beziehung zur Natur des Nährobjektes, da er ihn hauptsächlich bei Haustorien entdeckte, die an trockenen oder abgestorbenen Objekten saßen, so daß seiner Ansicht nach die Bildung des Leitungsgewebes von der regeren Wasserdurchströmung abhängt.

Haustorien dieser Keimlinge, deren Leitbündel normal entwickelt war, lassen vorerst in seiner nächsten Umgebung und dann nach außen hin fortschreitend eine starke Vakuolisierung des Plasmas erkennen, sodann treten die Inhaltskörper auf. Die Füllung ist erst nur schwach, so daß der Zellinhalt körnig erscheint, nimmt aber bei großen Haustorien schon in diesem Stadium der Entwicklung zu. Am deutlichsten läßt sich die Form der fraglichen Körperchen erkennen, wenn man einen dünnen Schnitt durch ein Haustorium zerreißt und leicht auf das Deckglas drückt, so daß die Körnchen herausgequetscht werden. Die im Wasser schwimmenden Körperchen sind zum Teil Körnchen, zum Teil ganz kurze, elliptische Stäbchen, die oft beistrichartig gekrümmt sind. Sie sehen im Einzelnen wohl Bakterien täuschend ähnlich,

---

1) A. SPERLICH, l. c. S. 14.

doch bieten sie in ihrer Gesamtheit nicht im entferntesten das Bild, wie es etwa ein auf gleiche Weise angefertigtes Quetschpräparat von *Trifolium*- oder *Vicia*-Knöllchen zeigt. Abgesehen davon, daß die Leguminosenbakterien weit größer, daher leichter zu beobachten sind als die fraglichen Körperchen, so fehlt ihnen vor allem der einheitliche Charakter, der einer Bakterienansammlung eigen ist. Auch konnte ich niemals irgendeine Eigenbewegung unter diesen Körnchen und Stäbchen wahrnehmen.

In allen späteren Entwicklungsstufen findet man bei *Melampyrum pratense* Haustorien aller Größen; auch bei Exemplaren, die der Blüte entgegengehen, gibt es Saugorgane, die kein Gefäßbündel und keine Füllung des hyalinen Gewebes aufweisen, neben solchen, deren Zellen mit Körnchen angefüllt sind. Zur Zeit der Fruchtbildung verringert sich der Inhalt und verschwindet zum Teil ganz, wie dies auch KOCH angibt. —

B. Chemische Reaktionen und Färbungen.

Um die Natur der Körnchen festzustellen, wurden von KOCH und SPERLICH verschiedene Reaktionen ausgeführt, die ich überprüft habe. Zu diesem Zwecke verwendete auch ich Schnitte von Haustorien und Knöllchen, doch unterließ ich den allzu häufigen Gebrauch JAVELLEscher Lauge, wie ihn SPERLICH angibt, um den zerstörenden Einfluß derselben fernzuhalten.

1. Prüfung auf Eiweiß.

Mit MILLONschem Reagens zeigen Schnitte durch gefüllte Haustorien von *Melampyrum pratense* und *Alectorolophus* überaus stark die charakteristische ziegelrote Farbe und zwar speziell das hyaline Gewebe. Haustorien ohne Füllung zeigen auch nach längerer Einwirkung keine Färbung. Da aber auch Leguminosenschnitte durch das Reagens in gleicher Weise gefärbt werden, ist damit noch keine Entscheidung erbracht, ob die Körnchen Eiweißstoffe als solche oder Bakterien sind.

Auch die RASPAILsche Reaktion (konzentrierte Zuckerlösung und H_2SO_4) gelingt in ausgezeichneter Weise bei Schnitten, deren Zellen die Füllung zeigen, während auch hier ungefüllte Haustorien nicht reagieren. Desgleichen gelang die Xanthoproteïn-Reaktion.

Diese Reaktionen weisen deutlich darauf hin, daß die geformten Körperchen eiweißartiger Natur sind, ob wir es hier jedoch mit Bakterien zu tun haben, ist dadurch keineswegs klargestellt.

2. Färbungen mit Anilinfarben.

Werden Schnitte durch Haustorien von *Melampyrum* oder *Alectorolophus* in wässerige oder alkoholische Gentianaviolettlösung gelegt und nach kurzer Einwirkung des Farbstoffes ausgewaschen, so zeigt sich das hyaline Gewebe deutlich tingiert, doch ist der Zellinhalt stark plasmolysiert und verquollen, die einzelnen Körnchen sind nicht mehr deutlich zu sehen, was bei Knöllchen-Schnitten keineswegs der Fall ist. Hier gelingt die Färbung in unvergleichlich besserer Weise.

Ebenso steht es mit der Färbung mit Methylenblau.

3. Reaktion mit Jodjodkali.

Die Leguminosenbakterien reagieren auf Jodjodkali durch deutliche Gelbfärbung, während die *Melampyrum*-Körperchen nicht deutlich tingiert sind.

4. Smith's Reaktion mit Goldchlorid.

In seinem Werke über: „Crown Galls“[1]) beschreibt SMITH eine Methode, um Bakterien im Gewebe besser sichtbar zu machen. Er legt die Schnitte in eine Goldchloridlösung und läßt das Reagens 24^h einwirken. Die Bakterien färben sich dunkel und sind deutlich zu sehen. Ich wiederholte den Versuch mit Leguminosenknöllchen und mit Schnitten durch ein *Melampyrum*-Haustorium. Wenn auch die Reaktion bei *Bacterium radicicola* weitaus nicht so scharf hervortrat, wie SMITH es angibt, (die Schuld daran mag am Reagens gelegen sein,) so zeigten die Körnchen des Saugorgans doch viel weniger eine Beeinflussung, außer daß sie sich vom nunmehr gelblichen Plasma etwas stärker abhoben.

5. Smith's Reaktion mit Silbernitrat.

Auch bei dieser Reaktion, die SMITH[2]) beim Nachweis von Bakterien in Kronengallen verwertete, ergaben sich Unterschiede in der Tinktion bei Leguminosenknöllchen und Rhinanthaceen-Haustorien. Während dort nach zirka sechsstündiger Einwirkung die mit Bakterien gefüllten Zellen tiefbraun waren und auch die Bakterien selbst sich gebräunt hatten, waren hier die Körnchen in der gelblichen, verquollenen Plasmamasse nicht mehr deutlich zu sehen.

---

1) SMITH E. F., „The structure and developement of crown Gall“ Washington 1912. S. 17.

2) SMITH E. F., l. c. S. 17.

6. Zusätze von verschiedenen **anorganischen Säuren, Laugen und Eisessig** wirkten auf die Körnchen nicht weiter ein, wie dies schon SPERLICH konstatierte. —

Durch die Reihe der angeführten Reaktionen und Färbungen ist noch nicht festgestellt, ob wir es im *Melampyrum*-Haustorium mit Bakterien zu tun haben oder nicht. Das Gelingen der Eiweißreaktionen und eine gewisse Färbbarkeit mit Anilinfarben sind noch kein Beweis für die Bakteriennatur der fraglichen Körperchen. Das entscheidende Moment in dieser Frage liegt, wie auch SPERLICH betont, in Kulturversuchen auf Nährböden. Darin gipfelte die Hauptaufgabe meiner Untersuchung.

C. Kulturversuche.

In Rücksicht auf die Ähnlichkeit der Verhältnisse inbezug auf Füllung und Aussehen der Haustorien mit den Leguminosen-Knöllchen habe ich im wesentlichen bei den Kulturversuchen denselben Weg eingeschlagen, wie ihn BEIJERINCK[1] in seiner grundlegenden Arbeit über die Papilionaceenbakterien darlegt.

1. Nährböden.

1.) Agar nach BEIJERINCK:
18 g Agar auf 1 l Wasser.
5 g Asparagin.
5 g Rohrzucker.
Absud aus Wurzeln und Blättern von *Melampyrum* oder *Alectorolophus*.
Natriumbicarbonat bis zur schwachsauren Reaktion.

2.) Gelatine nach BEIJERINCK[2]:
Absud von Blättern und Wurzeln der zu untersuchenden Rhinanthacee.
7% Gelatine.
¼% Asparagin.
½% Rohrzucker.

3.) Agar nach HILTNER[3]:
1.5% Agar.
2‰ Wurzelextrakt.
1% Traubenzucker.
Auf 0.5 l Wasser eine Messerspitze voll kohlensauren Kalk.

2. Sterilisationsmethode.

Um bei einem eventuellen Aufgehen einer Reinkultur Verunreinigungen fernzuhalten, die von Bakterien herrühren, die außen am Haustorium ansitzen, war eine genaue Sterilisation nötig, die jedoch nicht so weit gehen darf, daß das innere Gewebe getötet wird. Ich verwendete Haustorien, die mit einem Pinsel sorgfältig gereinigt und sodann in sterilem Wasser mehrfach ausgewaschen wurden. Hierauf legte ich die von überflüssigen Wurzelstücken befreiten Haustorien auf etwa 2 Minuten in absoluten Alkohol, zog sie mit steriler Pinzette rasch durch die Flamme und tauchte sie sodann in Äther. Mit neuerdings sterilisierter Pinzette wurde das Haustorium im Agar einer Eprouvette zerdrückt, so daß das hyaline Gewebe herausquoll und zum Teil zerfiel. Die Eprouvette wurde fest geschüttelt und in Petrischalen ausgegossen. Bei diesem Vorgehen wurde der Inhalt des Haustoriums im Nähragar ziemlich ausgebreitet.

---

[1] BEIJERINCK M. W., l. c. S. 748.

[2] BEIJERINCK M. W., l. c. S. 743.

[3] HILTNER L., l. c. S. 56.

Zu den Kulturversuchen verwendete ich Haustorien aller Größen sowie von Pflanzen aller Entwicklungsstadien, so daß es ausgeschlossen erscheint, gerade ein fortpflanzungsfähiges Stadium der vermeintlichen Bakterien übergangen zu haben. Ich unternahm ungefähr 80 Impfungen.

3. Resultat.

In keinem einzigen Falle konnte ich das Wachstum einer Bakterienform konstatieren, die mit den im Haustorium vorkommenden Körnchen identisch erscheint. Das aus dem Haustorium durch das Zerdrücken herausgequollene hyaline Gewebe zeigte sich bis nach 10 Tagen und mehr bei mikroskopischer Untersuchung völlig unverändert, die kleinen Körnchen waren noch in ihrer ursprünglichen Form zu sehen. Daß das Gewebe nicht übersterilisiert war, ergibt sich daraus, daß in einigen Fällen außen ansitzende Bakterien sich weiter vermehrten. —

Ein Kulturversuch mit *Vicia*-Bakterien, zur Kontrolle auf die gleiche Methode ausgeführt, gelang sehr gut.

Meinem Ermessen nach liefern diese Versuche den Beweis, daß die im Haustorium der Rhinanthaceen enthaltenen körnchen- bis stäbchenförmigen Gebilde keine Bakterien sind, man müßte denn die höchst unwahrscheinliche Annahme machen, daß die eventuell vorhandenen Bakterien gerade in den angewandten Nährmedien sich nicht entwickeln können.

III. Zusammenfassung.

Als Ergebnis meiner Untersuchungen kann ich folgendes anführen:

1. Weder an *Melampyrum* noch an *Alectorolophus* konnten neben den Haustorien Bildungen gefunden werden, die den Knöllchen der Leguminosen analog sind.

2. Im Gewebe des Haustorialknopfes von *Melampyrum* und *Alectorolophus*, hier aber in geringerer Menge, sind Körnchen und Stäbchen zu sehen, welche aber die Zellen keineswegs so einheitlich füllen, wie dies bei Leguminosen-Knöllchen der Fall ist. Ihre Form läßt sich besonders in Quetschpräparaten deutlich erkennen.

3. Bei *Melampyrum* hängt das Auftreten der Inhaltskörper von der Ausbildung des Gefäßbündels ab.

4. Parallelreaktionen mit Knöllchenschnitten ergeben keinen sicheren Beweis für die Übereinstimmung der Körnchen mit den Bakterien derselben.

5. Eiweißreaktionen (MILLONsche und RASPAILsche Reaktion) gelingen bei gefüllten Haustorien vorzüglich.

6. Die in unserer Frage so bedeutungsvollen Kulturversuche auf geeigneten Nährböden ergaben durchwegs ein negatives Resultat.

Eine sichere Erklärung über die stoffliche Natur der Körperchen zu geben, erscheint insofern sehr schwer, als die Haustorialzellen mit Nährstoffen aller Art angefüllt sind, daher eine spezielle Reaktion auf die Körnchen nicht auszuführen ist. Die deutliche Eiweißreaktion bei gefüllten Zellen spricht dafür, daß das Haustorium mit Stoffen eiweißartiger Natur angefüllt ist, wozu wir die Körnchen und Stäbchen am ehesten rechnen können.

Zum Schlusse sei mir gestattet, an diesem Orte meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. HANS MOLISCH meinen Dank auszusprechen für die Zuweisung des Themas, sowie für die mir erteilten Belehrungen bei der Durchführung meiner Arbeit. Ebenso sei dem Herrn Assistenten JOSEF GICKLHORN wärmstens gedankt für seine nützlichen Ratschläge und das mir bewiesene Interesse.

41. A. Pascher: Zur Auffassung der farblosen Flagellatenreihen.

(Eingegangen am 22. Juli 1916.)

Es handelt sich im folgenden nicht um neue Ideen, sondern nur um die konsequente Anwendung einer Betrachtungsweise für die gesamten Flagellaten, die man für einzelne Flagellatenreihen bereits zum Zwecke einer natürlichen Gruppierung benutzt hat. Der Anlaß dazu bot sich mir mit der Bearbeitung der Süßwasserflagellaten für die RABENHORSTsche Kryptogamenflora, für welche Bearbeitung die folgenden Anschauungen maßgebend sein sollen. Dort soll auch eine ausführlichere Behandlung mit Abbildungen gegeben werden.

Die Flagellaten werden nach dem System des ausgezeichneten Flagellatenforschers SENN in mehrere Reihen eingeteilt, von denen die drei ersten Reihen: die Pantostomatinae, Protomastiginae und Distomatinae völlig apochromatisch und apoplastid sind, die anderen die Chrysomonadinae, Cryptomonadinae, Eugleninae und Chloromonadinae, zu denen noch die Dinoflagellatae und die von mir festgelegten Ordnungen der Heterochloridales und Desmomonadales kommen, gefärbt sind.

Betrachtet man die gefärbten Reihen für sich, so lassen sich in jeder Reihe neben den gefärbten auch farblose Formen finden und wir haben alle Ursache anzunehmen, daß hier die farblosen sekundär aus den gefärbten hervorgegangen sind. Dazu führen nicht nur allgemeine Überlegungen — ich möchte hier betonen, daß die genaue Kenntnis der Flagellaten völlig das bestätigt, was KNIEP im Artikel Photosynthese (Handwörterbuch d. Naturw.) über den primären Charakter gefärbter Formen sagt — sondern auch der Umstand, daß wir bei allen Reihen Übergangsstadien finden, die sich nur in einer Richtung, nämlich von gefärbten zu farblosen Formen anordnen lassen. Ich verweise hier nur auf die Volvocales, als die Reihe, die auch den Botanikern geläufiger ist: hier kennen wir gefärbte Katharobenformen, eine große Anzahl ist saprob, manche mit deutlicher Reduktion des Chromatophoren (*Chlamydomonas viridemaculata*). Einzelne von ihnen haben den Chromatophoren ganz eingebüßt, besitzen aber noch das Pyrenoid

(*Tetrablepharis*); andere besitzen auch dieses nicht mehr, haben aber noch die charakteristische Stärke und das Stigma (*Polytoma*) und eine von mir gefundene Volvocale (*Tussetia*), über die ich später berichten will, besitzt nicht einmal mehr Stärke, sondern nur mehr „Fette und Öl“ und läßt den Volvocalencharakter nur mehr an anderen Details erkennen.

So verhalten sich aber auch bei den Dinoflagellatae, Cryptomonadinae, Chrysomonadinae, Eugleninae die gefärbten Formen zu den farblosen. In jeder ungefärbten Flagellatenreihe finden sich Gattungen oder Arten die in engster Beziehung zu gefärbten Formen stehen, den Chromatophorenapparat aber reduziert haben und saprophytisch oder parasitisch und oft auch animalisch leben, und dabei immer den abgeleiteten Charakter erkennen lassen. (*Chlamydomonas-Polytoma-Tussetia; Carteria-Tetrablepharis; Chromulina-Oikomonas* z. T.; *Ochromonas-Monas* z. T.; *Cryptomonas-Chilomonas; Euglena*-Arten. Oft treten in einer Gattung farblose Arten neben gefärbten auf: *Glenodinium*, *Gymnodinium*.

Von Bedeutung ist, daß es gelingt durch konsequente, bestimmt gerichtete, Ernährungsweise aus gefärbten Arten völlig farblose zu züchten, die den Chromatophorenapparat völlig verloren haben und ganz apoplastid geworden sind, ich verweise nur auf die wertvollen Untersuchungen von CHARLOTTE TERNETZ. Es ist dabei völlig irrelevant, ob der Chromatophorenapparat plötzlich durch Teilungshemmungen oder allmählich durch Reduktion verloren geht.

Jedenfalls haben die farblosen Glieder der gefärbten Flagellatenreihen immer sekundären, abgeleiteten Charakter. Diese Tatsache kommt auch dadurch in der Darstellung der Flagellaten zum Ausdruck, daß in den Bearbeitungen der Flagellatenreihen die gefärbten Gattungen immer zuerst besprochen werden und an sie dann, sei es als eigene Gruppen, sei es ohne solche Scheidung, die farblosen Formen angefügt sind; es sei hier auf die letzte Übersicht über die Volvocales, die WILLE in den Nachträgen zu den Nat. Pflanzenfamilien gab, verwiesen. Auf die gefärbten Cryptomonaden folgen in allen Bearbeitungen die farblosen Gattungen *Chilo*- und *Cyathomonas*, die Chloromonaden werden mit der farblosen *Thaumatomastix* beschlossen, den gefärbten Euglenaceen folgen die als Familie kaum haltbaren Astasiaceae und die andern farblosen *Euglenen*-Familien.

Nun verbinden viele Flagellaten mit der holo- oder saprophytischen Lebensweise auch noch die animalische, sei es daß bestimmte andere Vorrichtungen, sei es daß Pseudo-, Rhizo-, oder Axopodien die organischen Körperchen aufnehmen. Schon vor Jahren zeigte ich, daß rhizopodiale Formzustände sehr verbreitet sind und in keiner Weise primitive Organisationen darstellen; in einer vor kurzem in diesen Berichten gegebenen Notiz zeigte ich sogar für Algenschwärmer animalische Ernährung auf; 1912 wies ich, vorher bereits KLEBS und SCHERFFEL, für die Chrysomonaden vorübergehende oder dauernde rhizopodiale Stadien mit ausgiebiger animalischer Ernährung nach, deren abgeleiteter und nicht ursprünglicher Charakter deutlich erkennbar ist; 1914 betonte ich, daß für fast alle Reihen gefärbter Flagellaten rhizopodiale, abgeleitete Organisationen nachweisbar sind. In einer Arbeitenreihe: Studien über die rhizopodiale Entwickelung der Flagellaten (Archiv für Prot. ab Bd. 36) konnte ich nachweisen, daß die gefärbten Reihen der Flagellaten rhizopodiale Formen ausbilden, deren sekundärer Charakter einwandfrei feststeht, die aber in ihrer Organisationshöhe so sehr an die Rhizopoden heranreichen, daß ich die Vermutung aussprach, weder die „Amoeben" im einzelnen, noch die Rhizopoden im allgemeinen, seien ursprüngliche Organismen, sondern die Rhizopoden seien zum weitaus größten Teile völlig farblos gewordene, völlig auf die animalische Ernährung angepaßte Flagellatenabkömmlinge und den Schwärmern der Rhizopoden kommt dieselbe phyletische Bedeutung zu wie den Schwärmern der verschiedenen Algenreihen. Wie ich auch bereits vor Jahren der rhizopodialen Form den ursprünglichen primitiven Charakter absprach und in ihr nichts anderes sah, als eine bestimmte Anpassung an die animalische Ernährung, die sich wiederholt und zu den verschiedensten Malen ausgebildet haben mag. In diesen erwähnten Studien über die rhizopodiale Entwickelung der Flagellaten (Archiv für Protistenkunde ab Bd. 36) zeige ich farblose Amoeben auf, die bei der Vermehrung Peridineenstadien als Schwärmer bilden, beschalte, monothalame Rhizopoden mit braunen Chromatophoren, Filar- und echte Fusionsplasmodien mit kettenartigen Chromatophoren und ohne solche, die bei der Vermehrung Plasmodiokarpien bilden, Amoeben mit geschlechtlicher Fortpflanzung wie eine Chlamydomonadine usw.

Die Tatsache, daß die gefärbten Flagellatenreihen, rhizopodiale Seitenreihen haben, die sich in der Form der Protoplasten völlig auf die animalische Ernährung eingestellt haben, sich teilweise noch durch Flagellatenstadien vermehren, teilweise diese aber völlig reduziert haben, habe ich seinerzeit im System auch berücksichtigt, indem ich den monadoiden Gattungen einer gefärbten Flagellatenreihe die rhizopodialen gegenüberstellte: den monadoiden Chrysomonaden die rhizopodialen Rhizochrysidinen, den monadoiden Dinoflagellaten die Rhizodininae, den Heterochloridales die Rhizochloridinae. Dabei können diese rhizopodialen Deszendenten gefärbt oder farblos sein.

Jedenfalls steht fest: sämtliche gefärbte Flagellatenreihen bilden farblose, apochromatische und apoplastide Seitenreihen aus. Bei sämtlichen gefärbten Flagellatenreihen kommt auch sekundär animalische Ernährung vor, die bei einzelnen Formen direkt zur dauernden rhizopodialen Organisation führt.

Nun stehen den besprochenen gefärbten Flagellatenreihen drei Reihen farbloser Flagellaten gegenüber: die Pantostomatinae, charakterisiert dadurch, daß sie organische Körperchen an mehreren Stellen oder überall aufnehmen können; während die Protomastiginae, soweit sie es überhaupt vermögen und nicht ganz saprophytisch oder parasitisch leben, dies nur an einer einzigen Stelle können. Diese beiden Reihen sind also durch Eigenschaften charakterisiert, die wir bei den gefärbten Flagellatenreihen nur an abgeleiteten Formen antreffen: Verlust des Chromatophorenapparates und saprophytische, parasitische oder animalische Ernährung, letztere in verschieden weitgehendem Grade. Die dritte Reihe farbloser Flagellaten, Distomatinae, verhält sich darin im Prinzipe gleich, sie zeigt nur eine Spezialisation in bestimmter Richtung. Ich habe bereits 1914 (Süßwasserflora, Bd. I, S. 12) vermutet, daß mir weder die Pantostomatinae, noch die Protomastiginae einen ursprünglichen Eindruck machen und angenommen, daß sie direkt oder indirekt doch auf gefärbte Reihen zurückgehen, ohne daß wir aber imstande wären, bei ihnen diesen Anschluß noch nachzuweisen.

Und in meiner Arbeit „Über Flagellaten und Algen" (diese Berichte, XXXII. (1914), S. 138) wird ausdrücklich bemerkt: „Es sei hier ausdrücklich betont, daß in keiner Flagellatenreihe sich ursprüngliche Formen finden: die farblosen Flagellaten, die spez. in ihren rhizopodialen Formen so gerne und dabei so fälschlich als Muster primitiver Formen auf den ersten Seiten unserer einschlägigen Bücher paradieren, erweisen sich immer mehr als sekundär modifizierte, oft in ihrer Organisation kompliziertest angepaßte Formen."

Diese Anschauung sei auch heute zum Ausdruck gebracht. Nehmen wir den überaus häufig realisierten Fall an, daß der Chromatophorenapparat samt den charakteristischen Farbstoffen verloren gehe, der charakteristische Reservestoff der Flagellatenreihe verschwinde und dafür „Öle und Fette" gebildet werden, daß auch das Stigma, wenn überhaupt je vorhanden, nicht mehr da ist, der Zellbau als solcher keine Anhaltspunkte gibt, der Organismus also völlig heterotroph geworden, saprophytisch und auch zugleich animalisch lebt, dann wird eben eine Protomastigine entstanden sein, wenn sie nur an einer Stelle organische Körperchen aufnimmt oder völlig saprophytisch lebt, — oder eine Pantostomatine, wenn die Aufnahme fester Körperchen an allen Stellen stattfinden könne. So hielt ich die farblose *Tussetia* für eine Protomastigine spez. Amphimonade, bis ich schließlich aus der Art der geschlechtlichen Vermehrung sah, daß es eine Volvocale, eine Polytomee ist, trotzdem sie weder Stigma, noch Stärke, sondern nur Öl hatte.

Ich halte die Protomastiginae und Pantostomatinae für abgeleitete, nach ganz sekundären Merkmalen zusammengesetzte Reihen apochromatich und apoplastid gewordener Flagellaten, die auf die verschiedensten Reihen gefärbter Flagellaten zurückgehen können und daher ganz künstliche, heterogene, polyphyletische Reihen darstellen. Da bei allen Flagellatenreihen die Tendenz besteht, sowohl apochromatisch und animalisch lebende Seitenreihen zu bilden, die apochromatisch und animalisch lebenden Formen der gefärbten Flagellatenreihen immer abgeleitet sind, so müssen wir in den Protomastiginen wie den Pantostomatinen eben die Formen erblicken, die sich aus den verschiedensten gefärbten Flagellatenreihen heraus nach diesen Seitenrichtungen hin soweit entwickelt haben, daß ihre nähere genetische Zugehörigkeit zu diesen gefärbten Reihen nicht mehr oder nur noch schwer erkennbar ist.

Die hier geäußerte Anschauung wird aber dann einen großen Grad von Wahrscheinlichkeit haben, wenn wir unter den Protomastiginae und Pantostomatinae einzelne Gattungen nachweisen können, die noch so deutliche Beziehungen zu gefärbten Flagellatenreihen haben, daß sie besser mit diesen vereinigt werden. Das ist nun tatsächlich mehrfach der Fall. Für *Oxyrrhis* wies SENN nach, daß sie eine Dinoflagellate ist; für die eine Zeit lang als Protomastigine gehende *Cyathomonas* zeigten ich und ULEHLA, daß hier eine Cryptomonade vorliegt, wie sie bereits BÜTSCHLI einmal zu den Cryptomonaden gestellt hatte. Für die Protomastiginen *Oikomonas* und *Monas* wies SCHERFFEL (für einige Arten) den Chrysomonadencharakter nach, sie haben Kieselcysten und Leukosin. Die Protomastiginen *Anthophysa*, *Cephalothamnion*. *Dendromonas*, *Stilobryon* sind ebenfalls, wie ich später zeigen werde, Chrysomonaden. *Furcilla* und einige andere Formen der protomastiginen Familie der Amphimonadaceae sind Volvocales. Die Protomastigine

Phyllomitus gehört zu den Cryptomonadaceae. Eine *Pteridomonas*-art (Pantostomatinae) die ich studierte, gehört zu den Chrysomonaden, vielleicht sind auch die anderen Pteridomonaden nach ihren Cysten hierhergehörig. Ebenso war eine andre Pantostomatine: *Actinomonas* zu den Chrysomonaden zu rechnen. Kurz, wir sehen alle möglichen gefärbten Reihen in die beiden farblosen Reihen der Pantostomatinae und Protomastiginae hineinspielen.

Nun sind allerdings erst relativ wenige Gattungen dieser beiden farblosen Reihen völlig studiert; ich bin überzeugt, daß sich die Zahl jener Protomastiginen und Pantostomatinen, die sich als apoplastide Nebenformen gefärbter Flagellatenreihen ausweisen, noch bedeutend erhöhen wird. Andererseits glaube ich auch, daß für eine ganze Anzahl eine solche Verwandschaft nicht mehr erkennbar werden wird. Aber dann wäre es verfehlt, in ihnen primitive, ursprüngliche Glieder der Flagellaten zu sehen; nach allem, was wir wissen von der Entstehung farbloser und gefärbter Flagellaten, werden wir wohl besser tun, diese Gattungen als soweit durch ihre Lebensweise, Parasitismus oder Saprophytismus verändert anzusehen, daß auch die letzten systematisch faßbaren Charaktere verschwunden sind. Das gilt wohl ganz besonders von den Pantostomatinen mit ihrer weitgehenden Einstellung an die animalische Ernährung.

Ich glaube, wir haben hier ähnliche Verhältnisse wie zwischen Pilzen und Algen. Für einige apochromatische niedere Zellpflanzen können wir direkte Brücken zu den Algen schlagen, für die meisten aber lassen sich nur gleichsinnige Analogieschlüsse machen. Stellen wir aber die Pilze hinter den Algen ein, so müssen wir nach allem, was wir von der Entstehung farbloser Flagellaten aus gefärbten wissen, ähnliches ebenfalls bei den Flagellaten tun. Umsomehr als wir ja schon bei den gefärbten Flagellatenreihen die farblos gewordenen Gattungen und Arten nicht an den Beginn der Reihen, sondern an ihr Ende stellen um ihren abgeleiteten Charakter zu betonen.

Ich bin gegen eine Auflassung der Pantostomatinae und Protomastiginae: die Zusammenfassung zu diesen beiden Reihen wird auch, nachdem alle an gefärbte Reihen anschließbaren Gattungen herausgehoben sind, für die Gruppierung der dann verbleibenden anschlußlosen Reihen einen eminent praktischen Wert haben. Nur darf nicht vergessen werden, daß diese beiden Reihen und die Distomatinen mit aller Wahrscheinlichkeit abgeleitete, nur durch ihre Farblosigkeit sowie Anschlußlosigkeit an die gefärbten Reihen charakterisierte Gruppen sind, die daher völlig künstlich zusammengefaßt sind und uns weder die primitiven Flagellaten, aus denen die anderen hervorgegangen sein sollen, vergegenwärtigen, noch aber sonst eine andere Bedeutung als den rein praktischen Wert einer anschaulichen aber künstlichen Zusammenfassung sehr heteromorpher Typen nach ganz sekundären Momenten haben.

Die Folge der Flagellatenreihen ist aber dann, wenn ich meine Arbeit: „Über Flagellaten und Algen“ (diese Berichte XXXII (1914), S. 137) der folgenden Gliederung zugrunde lege, diese:

gefärbte Flagellatenreihen, in einzelnen Gliedern farblos, saprophytisch, parasitisch und animalisch geworden.

Chrysomonadinae (Silicoflagellatae) (Coccolithophoridae) Heterochloridales	Phaeomonadinae (nom. nov.)
—	
Desmomonadinae Cryptomonadinae Dinoflagellatae (Cystoflagellatae)	Pyrrhomonadinae (nom. nov.)
—	
Eugleninae	
—	
Chloromonadinae	
—	
Volvocales (Phytomonad.)	
—	
derzeit wenig bekannte, gefärbte Flagellaten, die noch völlig isoliert stehen.	

farblose, saprophytisch, parasitisch und animalisch gewordene Flagellaten, ohne sicher erkennbaren Anschluß an gefärbte Formen.	Protomastiginae[1]) Distomatinae Pantostomatinae

Es kann hier die Frage aufgeworfen werden, ob es ratsam ist, die Flagellaten für sich allein zu behandeln wie es von Seiten der meisten Zoologen, leider auch von vielen Botanikern geschieht.

---

1) Hier sind auch die Binucleatae zu erwähnen, die einen sehr einheitlichen Eindruck machen, ohne daß die Frage nach der Natürlichkeit dieser Gruppe noch völlig geklärt erscheint.

Es haben sich ja, wie ich 1914 (Über Flagellaten und Algen) in diesen Berichten zeigte, fast alle gefärbten Flagellaten zu entsprechenden Algenreihen entwickelt. Und die daraus sich ergebenden phylogenetischen Einheiten habe ich kurz in der damaligen Arbeit betrachtet. Aber einer solchen Auffassung und Behandlung der Flagellaten setzt eine viel bessere Kenntnis der gefärbten Flagellaten voraus, als sie bis heute bei den Botanikern üblich ist. Für die aber, die die Flagellaten gerne isoliert betrachten, ist diese vorstehende Übersicht gedacht. Die ersten vier, untereinander sehr nahe verwandten Reihen der Chrysomonadinen, Silicoflagellaten, Coccolithophoriden und Heterochloridalen sind hier als Phaeomonadinen zusammengefaßt, sie entsprechen der Flagellatenstufe der Algenreihe der Chrysophyta (die Chrysomonadinen der Flagellatenstufe der Crysophyceen, die Heterochloridales der Flagellatenstufe der Heterokontae). Die verwandten Reihen der Desmomonaden, Cryptomonaden und Dinoflagellaten sind als Pyrrhomonaden zusammengefaßt. Sie entsprechen der Flagellatenstufe jenes braunen Algenstammes, den ich als Pyrrhophyta bezeichnete (die Desmomonaden der Flagellatenstufe der Desmokontae, die Cryptomonaden der Flagellatenstufe der Cryptophyceen, die Dinoflagellaten der Flagellatenstufe der Dinophyceen.) Die Eugleninae und Chloromonadinae sind über die allerersten Stufen der Entwicklung zu „Algen“ nicht hinausgekommen. Die Volvocales sind auch den Botanikern als Flagellatenstufe der Chlorophyceen geläufig.

Zürich, Mitte Juli 1916.

42. P. Lindner. Eine nochmalige Nachprüfung des Verhaltens zweier Phycomycesstämme gegenüber verschiedenen Zuckerarten und ihres Zygosporenbildungsvermögens.

(Mit 4 Abb. im Text)

(Eingegangen am 26. Juli 1916.)

In Nr. 20 der Wochenschrift für Brauerei 1912 brachte ich eine Mitteilung über ein auffallend verschiedenes Verhalten zweier *Phycomyces*stämme gegenüber verschiedenen Zuckerarten, die mit einer mineralischen Nährlösung, mit Ammonsulfat als Stickstoffquelle, dem Pilz dargeboten worden waren. In den 4 Wochen alten Kulturen, von denen photographische Aufnahmen gemacht wurden, zeigte sich, daß der Minusstamm nicht nur erheblich kräftiger wuchs, sondern auch in der Ausbildung von Sporangienträgern den Plusstamm übertraf. Der Plusstamm bildete nur in Maltose-, Raffinose- und Dextrinlösung, der Minusstamm außer in diesen aber auch noch in Glukose, Fruktose und Saccharose Sporangienträger. Beide Stämme reagierten damals aufeinander mit kräftiger Zygosporenbildung. Am Ende des Jahres 1912 ließ ich für Unterrichtszwecke in meinen Pilzgläsern erneut Kulturen ansetzen, um die Zygosporenbildung zu erhalten. Zu meiner Überraschung blieb sie aus. Nun veranlaßte ich Herrn GLAUBITZ, dieser Erscheinung näher auf den Grund zu gehen, gleichzeitig aber auch noch einmal die beiden Stämme auf die oben angegebenen Zuckerlösungen einwirken zu lassen. Der Erfolg war, daß auf keine Weise Zygosporenbildung erzielt werden konnte und daß in den Assimilationsversuchen auch die Bildung von Sporangienträgern bei dem Minusstamm erheblich nachließ und nur noch in der Maltose und löslichen Stärke aufkam. In nur diesen beiden bildete auch der Plusstamm Sporangienträger. Es fiel aber auf, daß das allgemeine Wachstum bei dem Plusstamm etwas schwächer war, als bei dem Minusstamm. Auch auf festem Nährboden, z. B. auf Würzegelatine in ERLENMEIERkolben war zu ersehen, daß die Minuskultur innerhalb acht Tagen längst reife Sporangienträger gebildet hatte, während die Pluskultur solche eben erst spärlich zeigte (s. Abb. 1 u. 2).

Dieses unterschiedliche Verhalten des Plus- und Minusstammes bestimmte mich zu der Annahme, daß ich es wirklich noch mit den beiden alten Stämmen zu tun hatte und daß das Ausbleiben der Zygosporenbildung und der Sporangienbildung in den

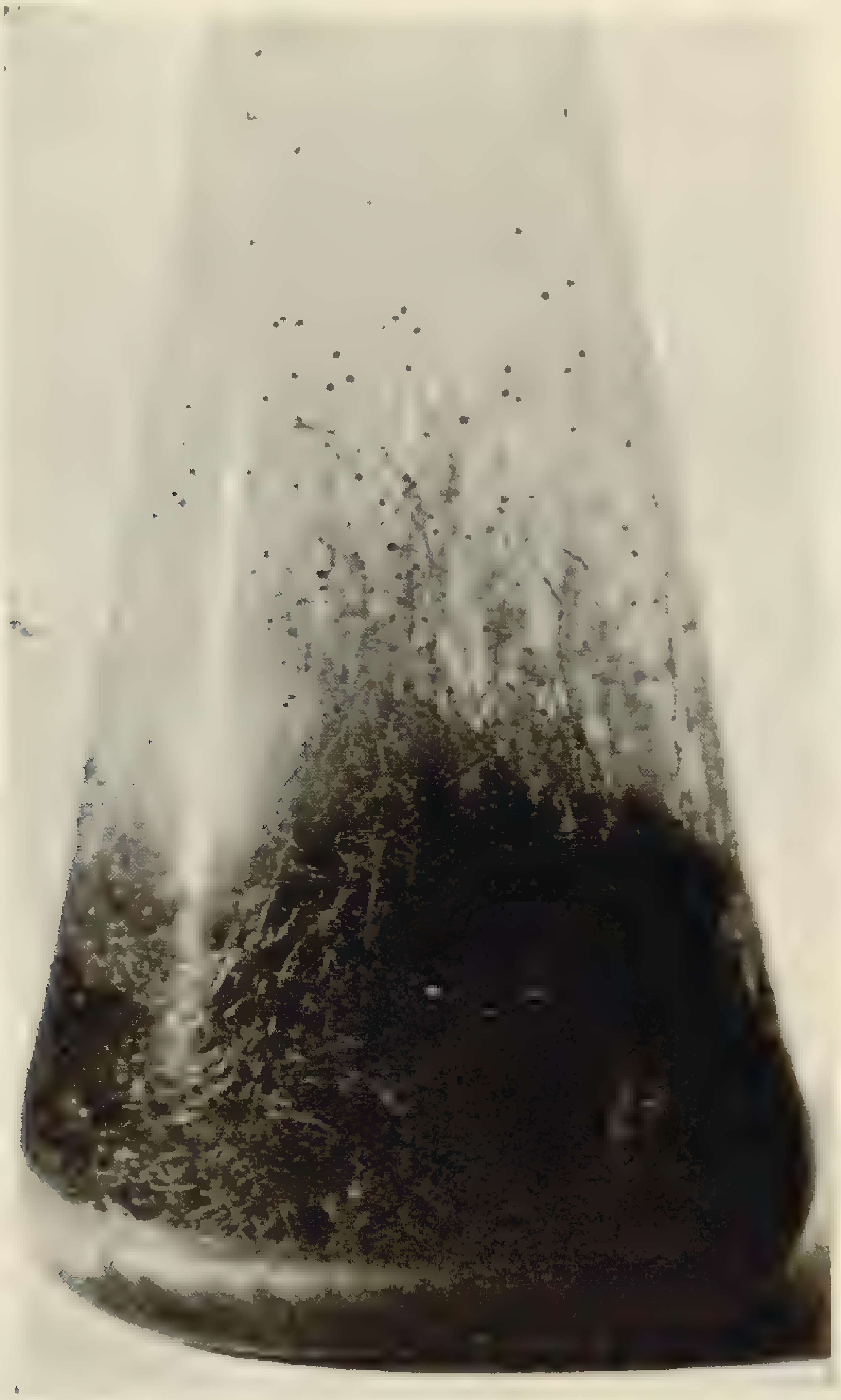


Abb. 1. Mutmaßliche — Kultur (GLAUBITZ), die sich nachträglich aber als + Kultur herausstellte. 8 Tage alt, auf Würzegelatine.

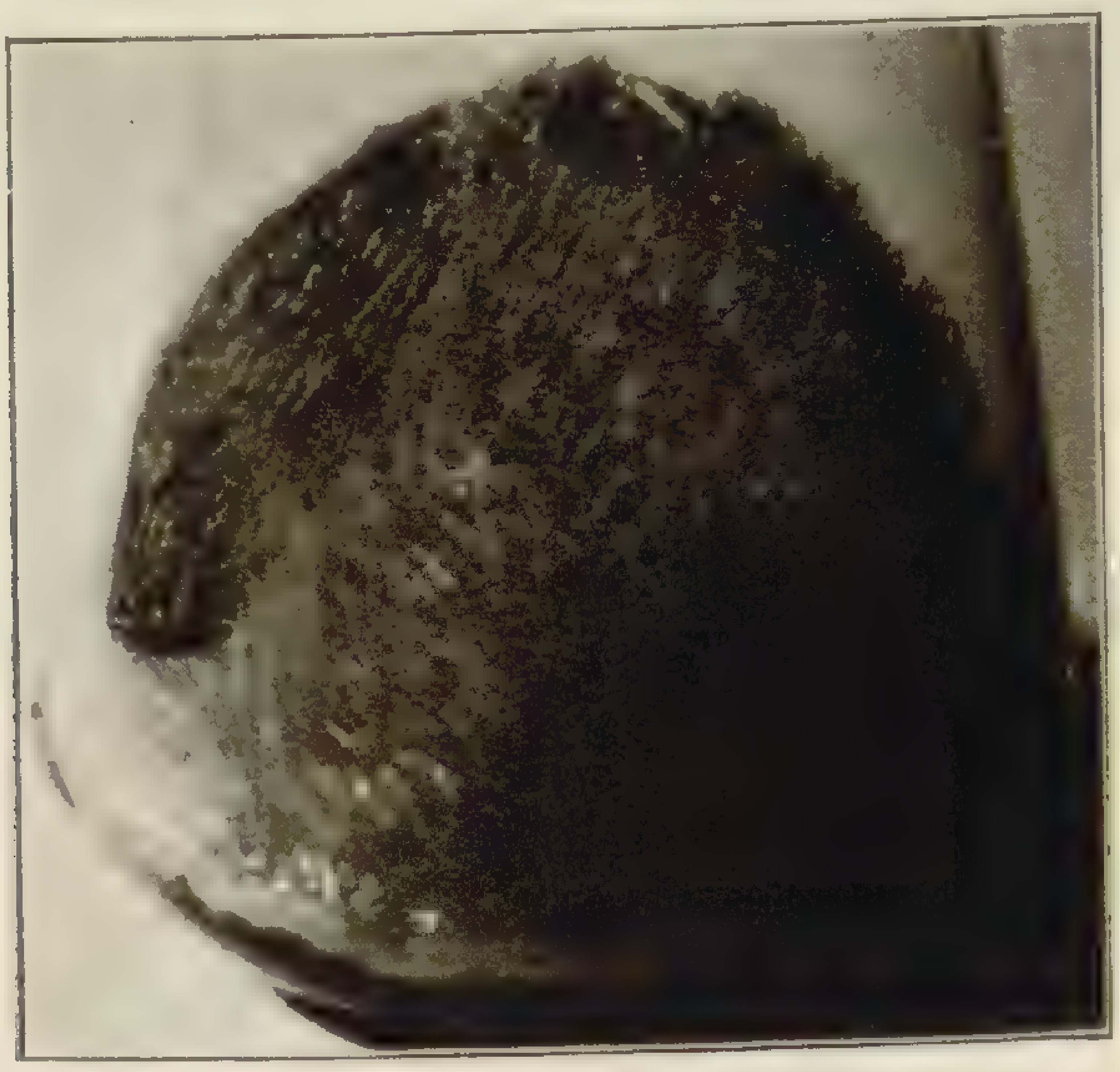


Abb. 2. + Kultur (GLAUBITZ), 8 Tage alt, auf Würzegelatine.

meisten Zuckerlösungen nur die Nachwirkung der fortgesetzten Kultur im Kühlschrank gewesen sein dürfte. Im Heft 6 vom Jahrgang 1913 dieser Berichte Seite 316 habe ich zusammen mit GLAUBITZ diese Erfahrungen mitgeteilt. Die Nachprüfung dieser Beobachtung ließ sich kurz nach unserer Veröffentlichung Herr Professor ZETTNOW, von dem ich die beiden Stämme früher erhalten hatte, angelegen sein, zumal ihm noch die Originalstämme zur Verfügung standen, die von Prof. CLAUSSEN herrührten. ZETTNOW fiel ebenfalls ein ungleiches Verhalten unserer beiden Stämme auf. Er sagt: „Das Vermögen, Zygosporen zu bilden, ist ein geringes, doch gelingt es bei Verwendung anderen Agars deutlich den Anfang der Zygosporenbildung zu beobachten, hin und wieder auch eine ausgebildete dunkle Zygospore zu sehen. Die beiden Stämme haben nicht gleichmäßig das Vermögen der Zygosporenbildung verloren. Es bildet der Minusstamm mit dem Minusstamm von CLAUSSEN gute Reihen von Zygosporen, er ist wohl eigentlich ein Plusstamm. Diese Reihen sind bei Benutzung von CLAUSSENschen Stämmen bedeutend stärker, 3, 4—5 mm breit.“ Wenn ZETTNOW sagt: das Vermögen Zygosporen zu bilden ist ein geringes, so hat er damit gemeint: gegenüber den CLAUSSENschen Stämmen; unter sich gaben sie keine Zygosporenbildung. Auf diese ZETTNOWsche Feststellung hin erbat ich mir von ihm seine Originalkulturen, um mich selbst von diesem Tatbestand zu überzeugen, vor allem aber, um den Assimilationsversuch mit den verschiedenen Zuckerarten zu wiederholen. Daß ein Pilz seine Geschlechtsfunktion ziemlich leicht verlieren kann, ist nicht mehr besonders auffällig. Der Verlust der Ascosporenbildung bei Hefen z. B. bei fortgesetzter Kultur auf festen Nährböden kommt häufig vor. Das physiologische Verhalten ändert sich dagegen nicht so schnell. Das Ausbleiben reichlicher Sporangienentwicklung in den Zuckerlösungen, die mit dem Minusstamm geimpft waren, wäre aber eine solche plötzliche Veränderung gewesen.

Am 28. Juli 1913 wurde mit den neuen Stämmen von ZETTNOW der Assimilationsversuch wiederholt mit dem Ergebnis, daß der Minusstamm in Maltose, Glukose, Fruktose, Rohrzucker, Raffinose und Dextrin kräftige Sporangien bildete, in Laktose jedoch keine. Der Plusstamm gab nur in Maltose, Dextrin und Raffinose Sporangienträger. Die von mir 1912 festgestellte Ungleichmäßigkeit im Wachstum der beiden *Phycomyces*stämme in den Zuckerlösungen war also von Neuem wieder in Erscheinung getreten. Es besteht also der Satz zu Recht, daß der Minusstamm kräftiger die verschiedenen Zucker assimiliert als der Plusstamm.

Später wurden noch zwischen den alten und neuen Stämmen Kopulationsversuche eingeleitet, um den ZETTNOWschen Befund zu bestätigen. Es wurde der alte Minusstamm mit dem neuen Plusstamm und der neue Minusstamm mit dem alten Plusstamm zusammengebracht, ferner der neue Minus- mit dem neuen Plusstamm und der alte Minus- mit dem alten Plusstamm. Die alten Stämme gaben untereinander keine Zygosporen, die neuen dagegen ziemlich kräftige. Minus alt und Minus neu gaben kräftige Zygosporen, folglich war Minus alt ein Plusstamm, Plus alt und Minus neu ergab Zygosporen. Abb. 3.

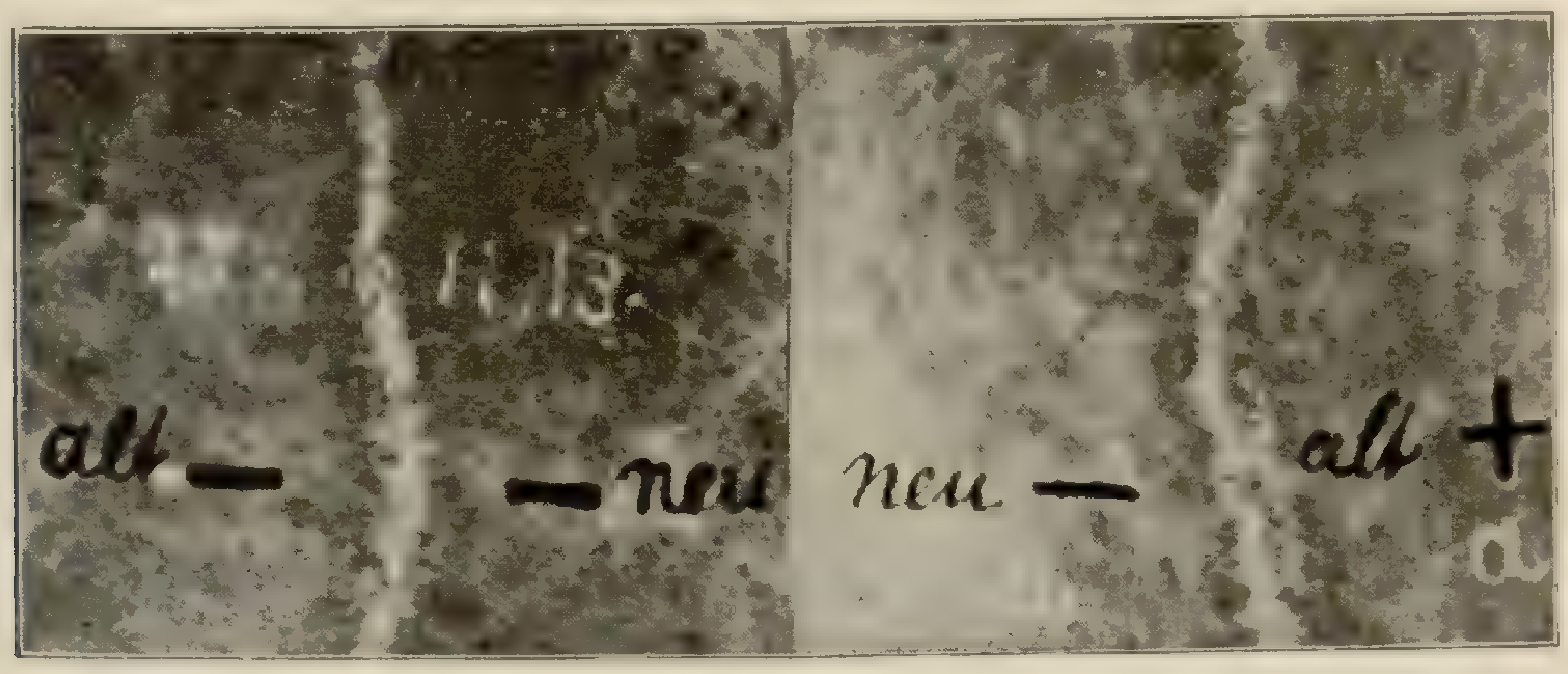


Abb. 3.

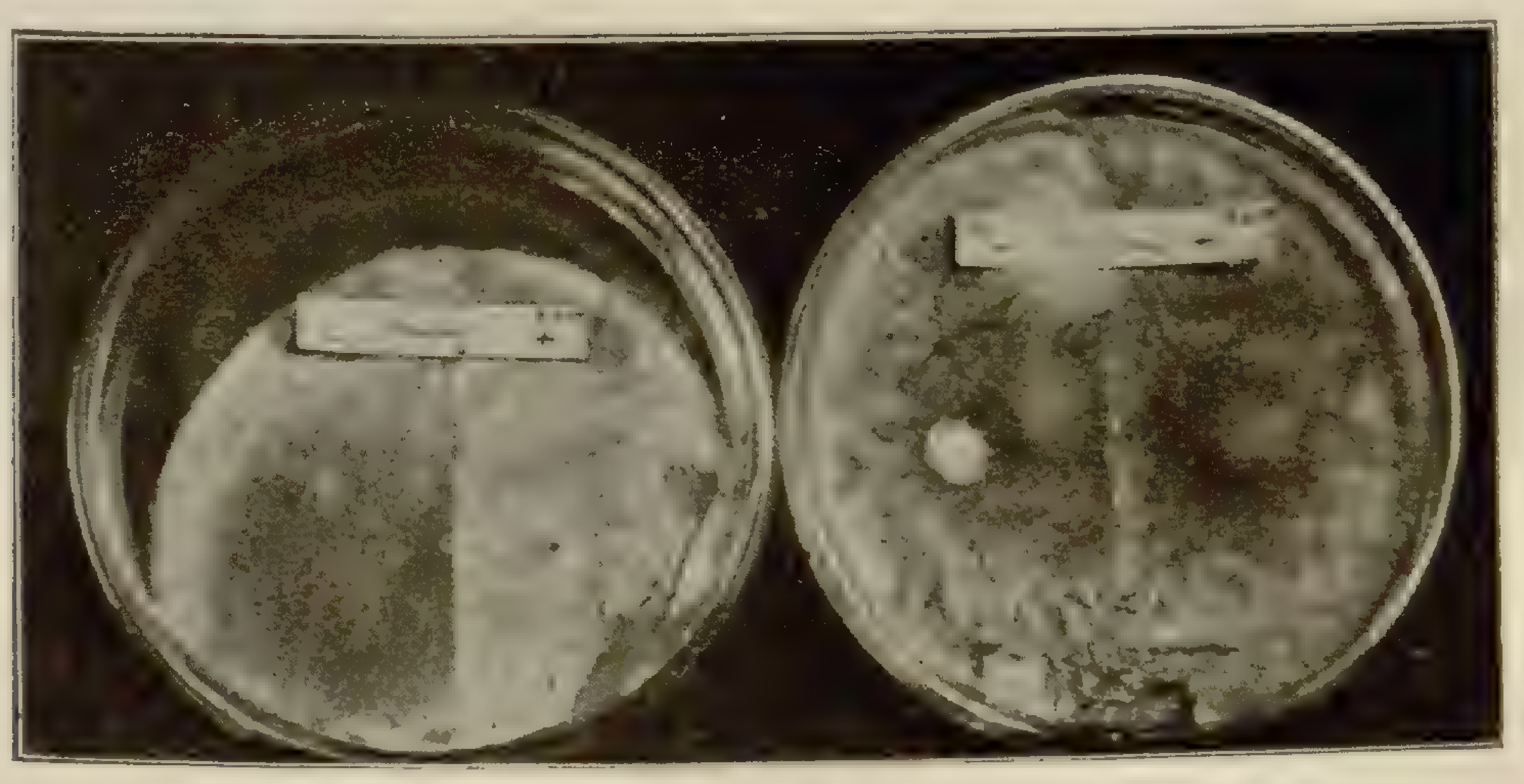


Abb. 4.

Auf welche Weise die Verwechslung bei dem alten Minusstamm zustande gekommen ist, ob durch ein Versehen bei der Überimpfung oder eine falsche Aufschrift, hat sich nicht feststellen lassen. Da die beiden Reinzuchten im Kühlschrank dicht nebeneinander gestellt waren, kann auch an ein Verstäuben der

Sporen gedacht werden, zumal die Sporangienträger fast durch die Wattepfropfen hindurch wachsen und beim Öffnen ein Zerreißen derselben unvermeidlich ist. Ebensowenig kann ein Aufschluß gegeben werden darüber, wie der alte Minus- und Plusstamm, die zuletzt in Wirklichkeit beide Plusstämme waren, zu unterschiedlichem Verhalten untereinander gekommen sind.

Diese Unterschiede stellten sich nicht nur in den verschiedenen Zuckerlösungen heraus (Versuch vom 11. April 1913), sondern auch in Kulturen auf festen Nährböden in der Petrischale. In der vorstehenden Abbildung 4 sind die neuen Stämme und die alten nebeneinander dargestellt unter den Aufschriften „CLAUSSEN“ und „GLAUBITZ“. In der GLAUBITZschale ist die Pluskultur bedeutend heller als die Minuskultur, auf welcher Sporangienträger in größerer Anzahl zur Entwicklung gekommen, entsprechend dem Befund in den Zuckerlösungen. In den 8tägigen Kulturen auf Würzegelatine ist die Minuskultur mit ihren hohen Sporangienträgern auffallend in der Pluskultur verschieden. Abb. 1 u. 2. Daß bei *Phycomyces nitens* leicht Abänderungen auftreten, hat neuerdings S. L. SCHOUTEN in den „Folia mikrobiologica“ 3, Heft 2 gezeigt. Aus einer durch eine retortenartige Form auffallenden Spore von *Phycomyces nitens* erhielt er in den daraus gezogenen Kulturen auf verschiedenen Nährböden stets kleinere Sporangien, als in den aus normalen Sporen gezogenen. Das Sporangium der Zwergform, die er als *P. n. var. nana sterilis* bezeichnet, ist meist von einer feuchten Hülle umgeben und enthält keine Sporen, sondern einen grobkörnigen Fettropfen führenden Inhalt. Nach mehr als 1 jähriger Fortzüchtung mit 4—5 wöchentlicher Überimpfung zeigten sich zwischen den sterilen Sporangien einige normale. Seitdem hat sich die Erscheinung in den folgenden 2 Jahren sporadisch wiederholt, ohne daß die normalen Sporangien verhältnismäßig häufiger geworden wären.

43. P. Lindner: Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatten bei mikrophotographischen Aufnahmen.

(Mit Tafel XII und 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 26. Juli 1916.)

Seit Anfang August 1914 benütze ich des öfteren bei meinen mikrophotographischen Aufnahmen an Stelle der photographischen Glasplatten das Gaslichtpapier. Die Vorteile dieses Verfahrens, das unabhängig von mir Herr Einar Naumann von der Süßwasserbiologischen Station Aneboda in Südschweden ebenfalls schon angewendet und in Heft 1 des „Mikrokosmos 1915/16“ beschrieben hat, sind die Billigkeit und die gute Kontrastwirkung. Das Gaslichtpapier erfordert gegenüber den Glasplatten eine bedeutend längere Expositionszeit und kommt daher für bewegliche Objekte nicht in Frage, auch nicht für die beweglichen Tanzkörperchen im Innern an sich unbeweglicher Zellen.

Für die lange Expositionszeit bietet es aber den Vorteil, daß man es bei gelbem Licht und bei Aufsicht entwickeln kann und zwar in sehr kurzer Zeit.

Wie ich einem Aufsatz aus der „Natur“ 1914, Heft 7 entnehme, ist die Photographie ohne Trockenplatten auch schon für gewöhnliche Aufnahmen von F. Largojolli in Meran angestrebt worden und sollen demnächst hochempfindliche Bromsilberpapiere für diese Zwecke in den Handel kommen. Forschungsreisende werden sich also später nicht mehr mit den schweren Trockenplatten abzugeben brauchen, dafür allerdings nach der Rückkehr jedes einzelne Bild noch einmal mit der Kamera oder einem besonderen Vergrößerungs- oder Verkleinerungsapparat auf ein zweites Papier umphotographieren müssen, um zum Positiv zu gelangen.

Von solchen hochempfindlichen Papieren, die ich vorläufig allerdings noch nicht in den Geschäften auftreiben konnte, wird man in der Mikrophotographie ebenfalls reichlich Gebrauch machen können.

Hier ist es ja meist ziemlich gleichgültig, ob man ein Negativ oder Positiv betrachtet. Dies gilt insbesondere für die Darstellung von Mikroben. Eine kleine Auslese aus meiner Sammlung von Aufnahmen auf Gaslichtpapier soll für dieses Verfahren Stimmung machen.

Textabbildung 1 stellt eine Tröpfchenkultur von *Penicillium*, 2 und 3 Sporangien von einem Minusstamm von *Phycomyces nitens* bei 250facher Vergrößerung dar.

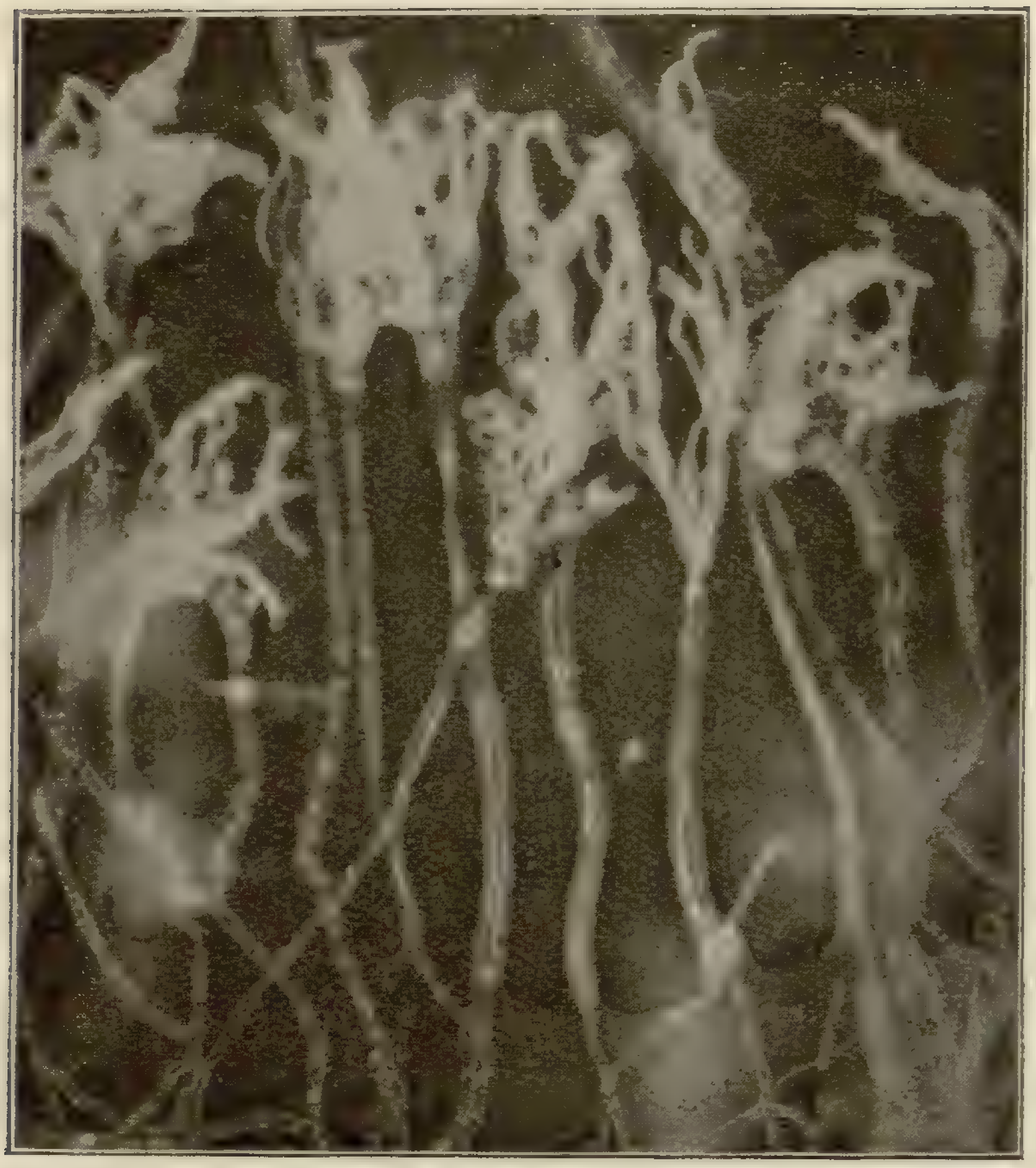


Abb. 1. *Penicillium*-Art in einer Tröpfenkultur fruktifizierend, 125 fach. Direkt auf Gaslichtpapier aufgenommen.

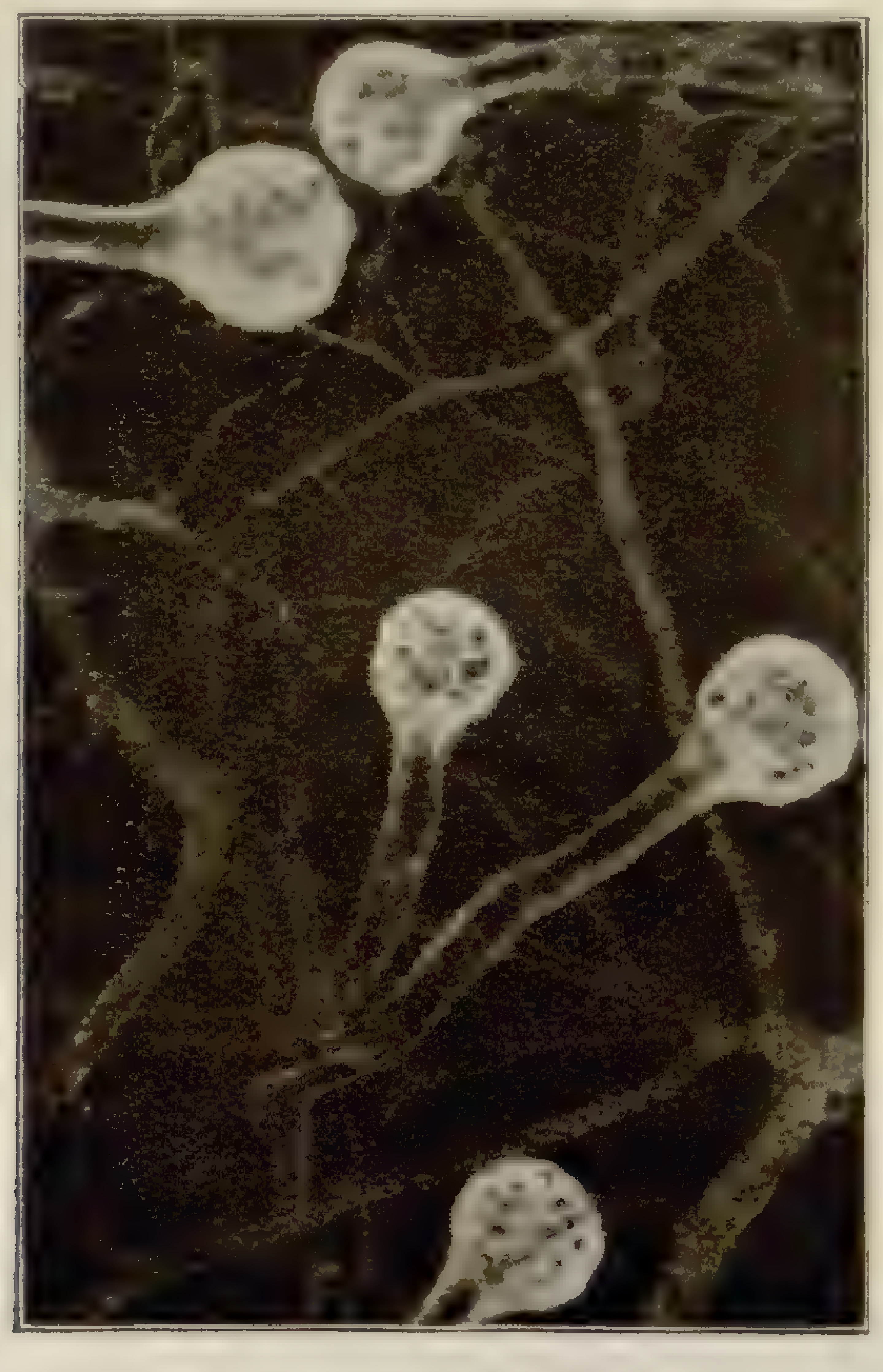


Abb. 2. Adhäsionskultur von *Phycomyces nietens,* — Stamm (CLAUSSEN) 250 fach, direkt auf Gaslichtpapier.

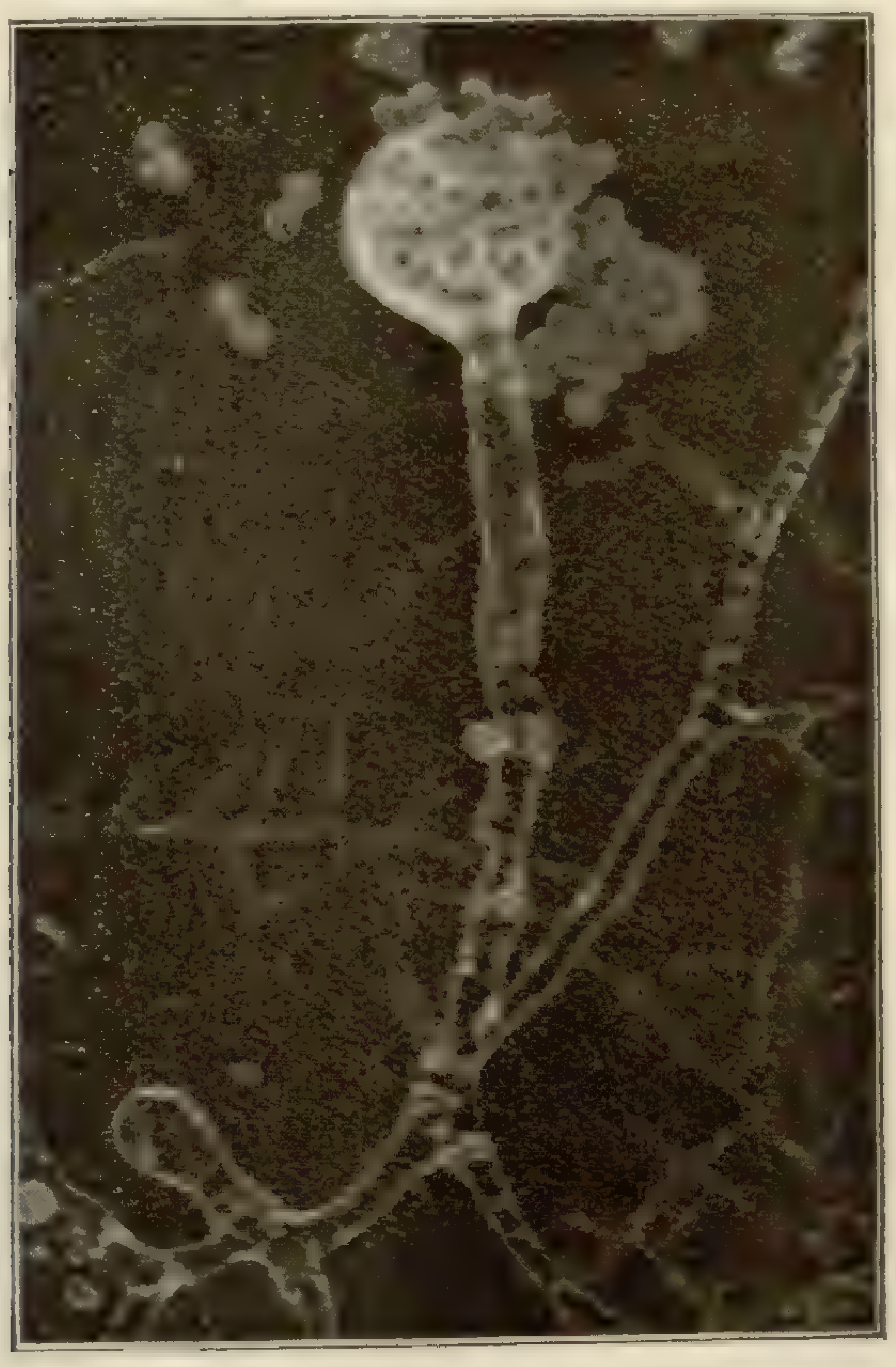


Abb. 3. Dasselbe wie Abb. 1, jedoch mit aufgeplatztem Sporangium. 250 fach.

Erklärung der Taf. XII.

Abbildung 1 stellt eine Nektarhefe, die im natürlichen Saft in Adhäsionskultur gewachsen ist, bei 1000 facher Vergrößerung dar. Aufnahmezeit 25 Sekunden. Das Bild ist auch interessant wegen des Einblickes, den es uns in die Fettbildung in der Zelle gestattet. Abbildung 2 ist eine Bakterienkolonie, die in einer Adhäsionskultur in sehr verdünnter Bierwürze gewachsen. Vergr. 500 fach. Abbildung 3 und 4 stellen ein *Fusarium*, das auf fauler Kartoffel zur Entwicklung gekommen in 500 facher Vergrößerung dar. Abbildung 3 ist in $^1/_{45}$ Sekunde auf einer Trockenplatte, 4 auf Gaslichtpapier aufgenommen. Man vergleiche, was aus den Bakterien im letzteren Bild geworden ist.

44. J. Grüß: Die Kalkwurzeln von Woltersdorf.

(Eingegangen am 23. 7. 1916.)

(Mit Taf. XIII und 1 Abb. im Text.)

Nordöstlich vom Müggelsee in der Mark streicht in ebendieser Richtung eine Hügelkette, welche kurz vor dem Ort Woltersdorf endigt. Durch eine tiefe Sandgrube, die auf Kies abgebaut wird, werden hier die Schichten aufgeschlossen, und dadurch ergibt sich folgendes: Die Talsohle wird von einer mächtigen Grundmoräne ausgefüllt, die auch weiterhin in Rüdersdorf zutage tritt, wo sie den Rötschichten unmittelbar aufgelagert ist. Etwa 10 m darüber liegt ein zweiter Moränenzug, und oberhalb desselben befinden sich Sande von verschiedener Zusammensetzung und teilweise in Kreuzschichtung. Endlich läßt sich leicht am oberen Rande der Grube der obere Geschiebemergel als eine sich weit ausbreitende dünne Deckenschicht erkennen.

Unterhalb derselben ist eine etwa 3 m dicke Sandschicht mit Wurzelstücken durchsetzt, die alle mit dickem Kalkmantel umhüllt sind, und die ich deswegen als „Kalkwurzeln“ bezeichnet habe. Sie dürften, wie ich schon vorweg berichten möchte, ein botanisches Interesse dadurch erwecken, daß die Verkalkung auf das Gewebe übergegriffen hat.

Mit Berücksichtigung dieser Verhältnisse war ich der Ansicht, daß es sich hier um interglaciale Fossilien handle, und ich suchte hierfür weitere Belege beizubringen.

Zunächst fiel auf, daß sich in anderen diluvialen Schichten unserer Mark solche Gebilde, wie sie die Woltersdorfer Kalkwurzeln darstellen, nicht auffinden ließen. Dagegen zeigten Wurzelüberreste, die sich bisweilen in *Paludina diluviana* vorfanden, eine ähnliche Beschaffenheit wie die nicht verkalkten Stränge. Ein gleiches Ergebnis brachte ein Vergleich mit unzweifelhaft diluvialen Zapfen und Aststückchen aus dem Kieselguhrlager von Ober-Lürß.

Wie man an dem Gewebe sehen konnte, enthielten die Kalkzylinder nur Wurzeln von *Pinus sylvestris* und *Betula alba*, also von Bäumen, mit denen die Hügel dicht besetzt sind. Durchaus nicht kamen Überreste nordischer Arten vor.

Anatomie der Kalkwurzeln.

Die durchschnittliche Länge der Stücke beträgt 25—30 cm bei einem Durchmesser von 3—4 cm; einige waren 40 cm lang.

mit einem Durchmesser von 5—6 cm; nur wenige erreichten 50 cm und etwas darüber. Einen Durchmesser von 8—9 cm hatten nur einige Doppelwurzeln; also zwei oder drei Kalkwurzeln, die der Länge nach mit ihrer äußeren Umhüllung verwachsen waren. Andererseits kamen auch ganz dünne Wurzeln vor, die wenige mm dick waren und die sich reichlich verzweigten. Sie bildeten ein zartes Geflecht zierlicher weißer Kalkfäden.

Die Oberfläche war mehr oder weniger runzlig bis rippig, seltener ganz glatt; oft umschlossen die Nebenwurzeln als feines Netzwerk den Hauptstamm. Die äußerste Schicht enthielt in dem Kalk stets auch Sand, der aus Quarz und Feldspathkörnchen bestand. Dieser Zementmantel bewirkt, daß bei großer Trockenheit immer noch je nach der Dichtigkeit mehr oder weniger Feuchtigkeit in der Markschicht zurückgehalten wird. In dieser findet sich das Wurzelgewebe bestehend aus Kalk und organischer Substanz. Jener ist von verschiedener Beschaffenheit: meist locker und zerreiblich; aber auch ganz feste Kalkzylinder kommen vor. In dieser Grundmasse liegen graue Stäubchen, die mehr oder weniger zusammenhängen, oder kleine dunkle Schüppchen, welche der Masse das Ansehn von Kohlenkalk erteilen.

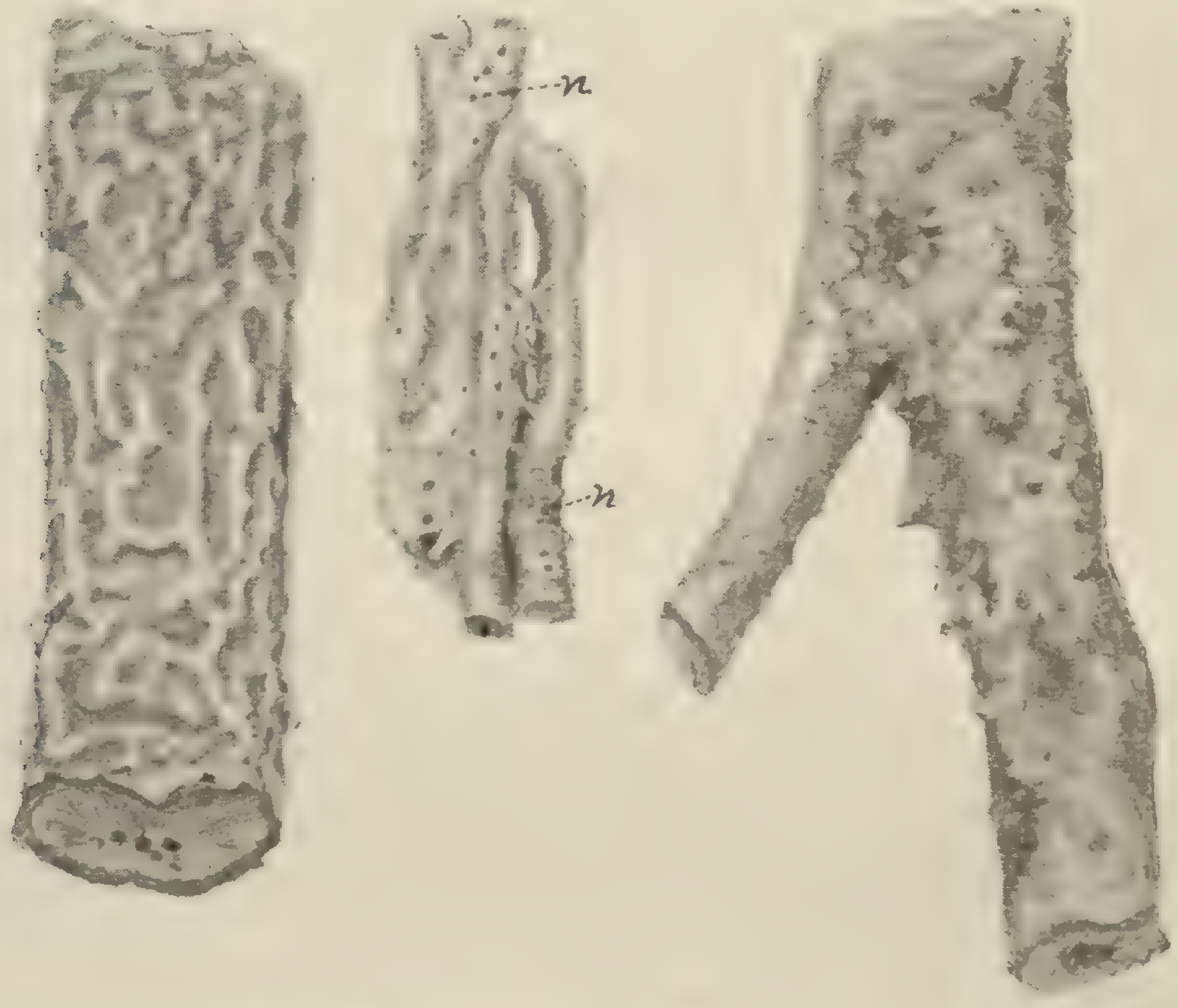


Abb. 1. Bruchstücke von Woltersdorfer Kalkwurzeln in ¼ d. nat. Gr. n = Insertion der Nebenwurzeln.

Eine ganze Anzahl von Kalkzylindern hüllten mehrere dünne Wurzeln von 2—5 mm Durchmesser ein, die nicht verkalkt waren.

Die Kalkmasse war nur selten dicht und fest genug, daß sich von den Objekten ohne weiteres ein Dünnschliff herstellen ließ, meist war sie zu locker und wenig kohärent, weshalb erst noch eine besondere Vorbereitung nötig war, um das Schleifen zu ermöglichen.

Die Präparation der Dünnschliffe.

Die lockeren, zerreiblichen Kalkstücke wurden zunächst mit absolutem Alkohol völlig entwässert, der dann durch Äther ersetzt wurde. Zu diesem kam ein wenig Kanadabalsam, und es wurde Sorge getragen, daß dieser sich gleichmäßig in Flüssigkeit und Objekt verteilte, indem man sie längere Zeit (mehrere Tage) unter öfterem Umschütteln aufbewahrte. Dann wurde allmählich mehr und mehr Kanadabalsam zugesetzt, bis die Lösung eine syrupartige Konsistenz hatte. Schließlich wurde dieselbe mit dem Objekt über kleiner Flamme eingeschmolzen und solange in Fluß gehalten, bis eine kleine herausgenommene Probe nach dem Erkalten zu einer spröden glasartigen Masse erstarrte. Nun wurde aus der Schmelze das Objekt entfernt, das an der Luft bald erhärtete.

Man darf jedoch den Kanadabalsam nicht überhitzen, da dann der Schliff leicht vom Objektträger abspringen kann, dagegen haftet er nicht fest genug, wenn man zu wenig erhitzt.

Die an der Luft hart gewordenen Stücke lassen sich gut schleifen, und aus ihnen kann man nach bekannter Methode Dünnschliffe für mikroskopische Zwecke herstellen. Nur lassen sich die Schnitte nicht übertragen, da sie leicht zerfallen würden; man muß daher zuletzt ohne Schleifmittel und im durchfließenden Wasserstrom schleifen.

Die mikroskopische Struktur der Kalkwurzeln.

Die äußere Hülle ist aus Sand und Kalk zusammengesetzt. Jener besteht fast nur aus Quarz- und Feldspathkörnchen.

Die Quarzkörnchen sind eckig bis rundlich und enthalten zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse, und es gelang unter diesen auch solche mit der bekannten tanzenden Vakuole aufzufinden, was also für Kohlensäureeinschluß sprechen könnte.

Die Kalkmassen sind kryptokristallinisch; doch finden sich auch besonders in den Zellräumen größere Täfelchen, resp. Rhomboëder, die auch vielleicht infolge Zersplitterung beim Schleifen als rundliche oder eckige Körnchen erscheinen. Der Kalk enthielt einige Prozente Tonerde und eine geringe Menge, etwa $^1/_{10}$ pCt. Magnesia.

Die Masse der Rinde war mit schwärzlichbraunen Schüppchen stark durchsetzt. Dies waren meist die Inhalte der Rindenzellen, zum Teil auch Zellhäute. Da diese aus dem Gewebe restierenden Teilchen keinen Farbstoff mehr annahmen, erwiesen sie sich als karbonisiert; sie sind einer Zersetzung anheimgefallen, bei der unter Austritt der übrigen Elemente eine Anreicherung von Kohlenstoff stattgefunden hat. Es fanden sich übrigens ganze Wurzelstücke in einzelnen Kalkmänteln, die vollkommen der Braunkohle glichen: die Membran polarisiert nicht mehr und nimmt keinen Farbstoff an.

Ein Teil der organischen Substanz hatte diesen Zustand noch nicht erreicht, bildete aber kein zusammenhängendes Gewebe. Daher zerfiel bei Zusatz verdünnter Salzsäure unter Kohlensäureentwicklung der ganze Dünnschliff in ein Haufwerk feiner organischer Stäubchen.

Den größten Teil der Grundmasse nahmen die völlig verkalkten Zellen ein, die sich als Steinkerne erwiesen, d. h. ihre ursprüngliche Substanz ist durch Kalk ersetzt worden, welcher meist eine kryptokristallinische, bisweilen auch eine mikrokristallinische Struktur zeigte. Die verkalkten Wurzeln gehörten nur *Pinus sylvestris* und *Betula alba* an.

In den bekannten dickwandigen Rindenzellen zeigte sich der Inhalt karbonisiert, die Wandung bestand aus einer hellgelblichen bernsteinähnlichen, teilweise porösen Masse.

Hier handelt es sich wahrscheinlich nicht um eine Pseudomorphose im mineralogischen Sinne, sondern um eine Verbindung von Elementen der ursprünglichen Zellhaut oder von deren enzymatischen Derivaten mit Kalk.

Im Leptom der Wurzeln waren die verkalkten Zellhäute nur selten zu erkennen, der Inhalt bestand aus grobkörnigem Kalk. Einzelne Gewebeschichten waren zusammengeschoben und verzerrt.

In den jüngsten Wurzelteilen fehlte stets Mark und Holzteil, so daß diese Wurzeln als kleine Kanälchen am Stamm erschienen (s. n. in Textfigur). Sonst waren die Tracheiden so verkalkt, daß alle Einzelheiten noch hervortreten. In Abb. 2 Taf. XIII ist eine solche Tracheide dargestellt; sie wurde aus dem Gewebeverband durch verdünnte Salzsäure herausgelöst und isoliert.

Sie erweist sich als Steinkern, d. h. die ganze ursprüngliche Membran ist durch Kalk ersetzt. Dieser tritt, wie es die Figur wiedergibt, teilweise in Körnchen auf, teilweise in Form kleiner rhomboedrischer Täfelchen. Für deren Lagerung ist meist die Streifung der ursprünglichen Membran maßgebend gewesen. Die Längsachse der Kriställchen ist den Streifen parallel, wie dies aus dem oberen Teil der Abbildung zu erkennen ist. Dagegen sind hier die Tüpfel bei t nur wenig deutlich zu erkennen.

In anderen Dünnschliffen ließen sich verkalkte Tracheiden auffinden, in deren Tüpfeln die Struktur noch deutlich hervortrat. In Abb. 3 sind als Beispiele zwei von ihnen wiedergegeben: in dem einen links ist der Hohlraum mit gröberen Kalkkörnchen angefüllt, in dem anderen rechts ist nur die Tüpfelmembran durch feinkörnigen Kalk ersetzt, während der Hohlraum frei blieb.

In Abb. 1 ist der Querschliff durch eine Nebenwurzel dargestellt, die sich von dem Gewebe der Hauptwurzel stark abhebt. Das Leptom L ist teilweise beim Schleifen abgesprungen, aber noch an den Resten zu erkennen. Im Holzkörper sind die Tracheiden durchgehend mit mikrokristallinischem Kalk angefüllt, und ebenso sind auch die Zellwände ersetzt.

In den Harzgängen ist das Harz nicht verschwunden, jedoch metamorphosiert, es ist in eine durchsichtig bis durchscheinende Masse verwandelt, in der ein sehr feinkörniger Niederschlag enthalten ist.

In den jüngeren Wurzeln heben sich die Zellen des Pleroms häufig dadurch ab, daß sie mit großkörnigem Kalk angefüllt sind. Durch die Anordnung der Kriställchen sind die einzelnen Zellen gegeneinander unterschieden. Häufig jedoch fehlt das Plerom, was sich schon mit der Lupe erkennen läßt.

Auch im polarisierten Licht zeigt sich, daß wir in der in Abb. 2 dargestellten Tracheide nun mehr einen Steinkern vor uns haben. Sind die Nikols gekreuzt, so sieht man auf dunklem Grunde die Einzelkristalle in den verschiedensten Farben aufleuchten. An den Tüpfeln ist das Achsenkreuz verschwunden, der beste Beweis, daß die Membran gelöst und durch Kalkkristalle ersetzt ist. Die kristallographischen Achsen können daher auch nicht in ähnlicher Weise wie die der Membranmicellen orientiert sein; sondern ihre Lage ist regellos.

Was den Erhaltungszustand der Form anbetrifft, so sei noch bemerkt, daß in einigen Dünnschliffen das Gewebe mit allen Einzelheiten trotz der Verkalkung hervortrat. In anderen Lagen war vor diesem Prozeß eine Gewebeverzerrung hervorgerufen worden. Die Zellen erschienen wie zusammengeschoben und einzelne Schichten wellig gebogen. Wahrscheinlich liegen hier Druck- und Spannungswirkungen vor infolge der Kalkeinlagerung.

Die mykologischen Verhältnisse.

Einige der jüngeren Wurzeln waren von einem Mycorhizamantel umschlossen, dessen pseudoparenchymatisches Gewebe gleichfalls verkalkt war. Teilweise waren die Zellwände der Hyphen ganz verschwunden, und nur eine bräunliche Färbung zeigte ihre einstige Lage an; teilweise hatten sich noch die Häute erhalten, waren dann aber fast völlig karbonisiert, da sie selbst in dünnen, sich auskeilenden Schliffen völlig undurchsichtig und schwarz erschienen. Meist waren sie zusammengepreßt oder auch in Stücke zerrissen; einzelne weniger veränderte Hyphen hoben sich als braune Fäden deutlich ab.

Zwei derselben, die vereinzelt vorkamen, zeichneten sich dadurch aus, daß sie braune Sporen gebildet hatten. Auch von diesen waren einige von dem Verkalkungsprozeß ergriffen worden. (S. Abb. 4.)

Schließlich fanden sich reichlich Sklerotien in allen Stadien der Verkalkung. In Abb. 5 ist ein solches Sklerotium zur Hälfte abgebildet. Die Zellen in der Mitte sind unverkalkt (s. m.); sie sind inhaltsarm und ihre Membranen karbonisiert. Die nach außen liegenden Zellen k sind verkalkt, wie sich dies im polarisierten Lichte nachweisen ließ, ihre Häute sind zum Teil ganz resorbiert.

Aehnliche Verhältnisse trifft man manchmal bei Versteinerungen an, deren Hohldruck vom Steinkern nicht völlig ausgefüllt ist, so daß sich im Innern desselben noch unausgefüllte Räume vorfinden.

Die Zellen des Periderms p sind in diesem Fall ebenfalls nicht verkalkt, sie erscheinen zusammengepreßt, und ihre Membranen sind stark karbonisiert. Vielleicht ist hier aus diesem Grund die Verkalkung nicht eingetreten.

Andererseits waren ein paar Sklerotien völlig verkalkt; ihr pseudoparenchymatisches Gewebe war resorbiert, und die Zellen enthielten großkörnigen Kalk.

Die nicht verkalkten Sklerotien waren gänzlich karbonisiert; sie stimmten in ihrem Ansehn durchaus mit denen überein, die ich in einer aus dem tertiären Ton von Rauschen stammenden Braunkohle auffand.

Nach meiner Überzeugung kann der Pilz, dessen Ueberreste sich durch das ganze verkalkte Wurzelgewebe erstrecken, nur *Trametes radiciperda* sein; denn bei einem diesbezüglichen Vergleich fand ich hier ganz ähnliche Sporen und sporogene Hyphen wie die in Abb. 4 abgebildeten.

Cytasewirkungen.

Eine ganze Anzahl Kalkmäntel umschlossen Wurzeln, die gar nicht verkalkt waren. Ihr Gewebe erwies sich als enzymatisch stark abgebaut. Gewöhnlich waren hauptsächlich die sekundären Schichten der Tracheidenmembran mit Rinnen durchzogen, die in der Richtung der spiralig angeordneten feinen Streifen verliefen. (S. Abbild. 6.) Durch die Tüpfel erfuhren diese Rinnen meist eine Ablenkung, liefen aber sonst hindurch, wodurch die äußere Tüpfelmembran in zwei oder mehr Stücke zerspalten wurde.

Im weiteren Stadium erscheint die Tracheide netzförmig, gleichsam als ob die infolge der Auflösung hervorgetretenen Spiralstreifen sich kreuzten. Doch ist dies nur scheinbar, indem ein Streifensystem der vorderen, das andere der hinteren Zellwand angehört.

Spalten entstehen, wenn die Auflösung auf die Mittellamelle übergreift, und dies trifft man häufig an; dann zerklüften ganze Reihen von parallelen Spalten die Zellwand. Stellenweise waren Flächenstücke von der tertiären und sekundären Zellhaut abgetragen, aber nicht in gleichem Umfange, wie dies an dem Rand der Wunde zu sehen war, wo die primäre Haut nur ungleichmäßig von der sekundären bedeckt war, während sie in der Mitte freigelegt erschien. Dieser Fall bietet indessen einige Schwierigkeiten des Erkennens, denn an auskeilenden Schnitten kann die Membran leicht angeschnitten werden, und man erhält dann ein ähnliches Bild. Hier sind jedoch die Ränder scharfkantig und zackig, gleichsam wie ausgebrochen, wogegen sie bei der Abtragung durch Cytase mehr glatt oder unregelmäßig wellenförmig verlaufen.

Es ließ sich keine Wurzel finden, in der nicht die Tracheidenmembran in der geschilderten Weise stark abgetragen war. Daher konnte vermutet werden, daß auch die Substanz dieser Zellhäute wenn nicht ganz, so doch teilweise hydrolytisch verändert sei. Ich habe nach dieser Richtung hin eine eingehende Untersuchung geführt und zwar anschließend an Ergebnisse früherer Untersuchungen über das Dattelendosperm.

An diesen aus Hemizellulose bestehenden Zellhäuten zeigt sich die hydrolytische Veränderung durch folgende Anzeichen: 1. Das Lichtbrechungsvermögen wird verändert. 2. Ein Unterschied zeigt sich bei Anwendung von Jodreagentien. 3. Die Polarisation wird herabgesetzt. 4. Die Speicherung von Farbstoffen ist eine andere.

An den Tracheiden ließ sich nicht feststellen, daß der Rand der Lösungszone eine andere Lichtbrechung aufwies als die intakte

Membran. Um die weiteren Beziehungen zu prüfen, wurde folgendermaßen verfahren:

2 ERLENMEIERkolben wurden mit dünnen Schnitten der Tracheiden aus den Kalkwurzeln und anderseits mit solchen aus rezenten Kiefernwurzeln, die gleiche Dimensionen hatten, beschickt. Dazu kamen je 100 ccm Wasser mit 1,5 % Schwefelsäure. Mit aufgesetztem Rückflußkühler wurden sie 12 Tage unter 70 ° gehalten.

Die Schnitte wurden mit Phloroglucin und Salzsäure völlig übereinstimmend intensiv rot gefärbt. Mit Chlorzinkjod wurden sie gelbbraun; sie blieben also ungefärbt. Einen Unterschied machten nur die Tüpfelmembranen der Markstrahlzellen aus den rezenten Kiefernwurzeln, die bald blauviolett wurden; die aus den Kalkwurzeln färbten sich nicht. Für diese geringfügigen Gewebsteile könnte also eine hydrolytische Veränderung angenommen werden.

In gleicher Weise wurden die beiderlei Schnitte nach Entfernung des Lignins durch Kaliumchlorat und Salzsäure behandelt. Die Lösung bestand aus der gesättigten Salzlösung, zu der ein Drittel Salzsäure hinzugesetzt worden war. Dauer der Einwirkung = 12 Tage. Keine Spur von Ligninreaktion zeigte sich. Chlorzinkjod färbte die korrodierten Tracheiden ausgiebig blau. Das Gewebe der rezenten Wurzeln bläute sich unter dieser Bedingung nur zögernd und teilweise nicht gleichmäßig. Dies rührt daher, daß die Mittellamelle überhaupt keine Färbung annimmt, andererseits absorbiert die korrodierte Membran viel leichter das Jod, da dieses infolge der Zerklüftung der tertiären Zellhautschicht auch leichter die sekundäre Schicht erreichen kann.

Die mit der verdünnten Schwefelsäure erhitzten Schnitte wurden fortgesetzt mit Kupferoxydammoniak ausgewaschen, dann mit verdünnter Kalilauge, um schließlich in jener blauen Lösung zu verbleiben. Sowohl die Schnitte der rezenten als auch die der Kalkwurzeln verhielten sich völlig gleich.

In allen trat schwache Quellung, aber kaum eine Lösungserscheinung ein.

Nur die unbehöften Tüpfel der Markstrahlzellen aus den Kalkwurzeln zeigten nach dieser Behandlung häufig radiale Risse. Sonst aber stimmten die zu vergleichenden Zellhäute auch darin überein, daß sie sich nach dem Auswaschen in einer Lösung von Thioninblau und Magdalenrot blau bis violett färbten und zwar in der gleichen Nüance.

Die gechlorten Schnitte lösten sich nach dem Auswaschen ganz miteinander übereinstimmend in Kupferoxydammoniak. Im polarisierten Licht leuchten die gechlorten Tracheiden und zwar die korrodierten wie die rezenten genau so wie vorher, d. h. in der Holzmicelle besitzt nur die Zellulosemolekel die ablenkende Eigenschaft. Bringt man eine korrodierte Tracheide in polarisiertes Licht, so leuchten unverändert die Streifen b (s. Abb. 6), die sich mit Neutralrot und essigsaurer Tonerde intensiv rot färben lassen, während die hellen Streifen a keinen oder nur sehr gering den Farbstoff annehmen. Auf dem Querschnitt sieht man, daß hier die Zellwand dünner geworden und daß teilweise die primäre Membran infolge der Abtragung freigelegt ist. Demgemäß leuchten auch die Streifen a im polarisierten Licht nicht auf und bleiben dunkel, wenn die Nikols gekreuzt sind.

Das Ergebnis kann nur folgendes sein:

Die Tracheidenmembran der Kalkwurzeln ist nicht teilweise hydrolysiert; die Masse der Micellen ist in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht partiell gelöst. — Vielmehr sind die verschwundenen Streifen in toto, in ihrer ganzen Zusammensetzung herausgelöst, ohne daß die übrige Substanz verändert wurde.

Darnach verläuft die Auflösung der Holzzellwand ähnlich so wie bei der Stärke, wenn auf diese bei niederer Temperatur Diastase einwirkt, und zwar fehlen hier auch die Zwischenstufen, die Dextrine.

Die Lösungserscheinungen lassen folgende Annahme zu: Die sekundäre Schicht der Holzzellwand setzt sich aus Schichten zusammen, die abwechselnd aus mehr oder weniger dicht gelagerten Micellen bestehen. Die Ränder dieser Schichten entsprechen den Streifen, deren spiraliger Verlauf an der Membran häufig hervortritt. Das Enzym, welches in die Masse der Membran eindringt, bringt durch Wasseraddition die weniger dicht gelagerten Micellen zuerst in Lösung, wodurch Kanäle und Risse entstehen. Der Querschnitt durch die korrodierte Zelle zeigt an, daß sich einzelne Lagen gewissermaßen blattartig abschälen. Mit dieser Lösung werden auch die inkrustierenden Substanzen frei.

Die Verkalkung eine Begleiterscheinung der Enzymeinwirkung.

In den bekannten „Karlsbader Bouquetts“ bildet der Kalk nur Überzüge auf den Pflanzenteilen. Selten fand ich, wenn Holzteile dabei waren, in deren Zellen Kalkkristalle in Form von Rhomboedern. An dieser Einlagerung waren nur die oberflächlichen Schichten beteiligt.

Kalksinterschichten, die aus den Röhren der Berliner Wasserleitung stammten, enthielten *Carex*rhizome und einige Fadenalgen. In den Zellen dieser Objekte fanden sich überhaupt keine Kalkkristalle.

Daraufhin untersuchte ich noch verschiedene Kalktuffe. Eine interessante Verkalkung von Moosen und Moosvorkeimen findet z. B. im Tiefschacht und im Alvenslebener Bruch von Rüdersdorf statt. An den zu Tage tretenden Wänden der Stollen siedeln sich häufig Moose an. Die Verkalkung beginnt bei diesen gewöhnlich an der Spitze der jungen Blätter, wo gewöhnlich eine kleine Kalkdruse entsteht. Diese vergrößert sich und greift auf die Ober- und Unterseite der Blätter über, so daß diese wie in einer Scheide stecken. Schließlich wird auch der Stamm mit einer Kalkkruste überzogen. In ähnlicher Weise verkalkt das Protonema. Eine an den Faden sich ansetzende Kristalldruse wird zu einem Ring, der die zylindrische Zelle umschließt. Wird die übernächste Zelle in gleicher Weise ergriffen, so wächst das interanulare Zwischenstück tonnenartig aus. Ich habe eine ganze Kette von solchen unförmlich ausgewachsenen Zellen aufgefunden, in der immer auf einen Kalkring eine blasig aufgetriebene Zelle folgte.

Im Innern aller dieser Zellen waren nie Kalkkristalle zu entdecken.

Darnach sind die Fälle, in denen Calciumkarbonat im Innern der Zellen abgeschieden wird, nicht allzuhäufig anzutreffen. Eine solche Abscheidung ist auch wohl nur im abgestorbenen Gewebe möglich, wenn die etwa noch vorhandenen Säuren gebunden worden sind.

Im Holz läßt sich der kohlensaure Kalk wohl zum Auskristallisieren bringen; doch verläuft ein solcher Vorgang ziemlich langsam, wie folgender Versuch zeigt: Ein ERLENMEYERkolben wurde zur Hälfte mit Wasser gefüllt, zu dem kohlensaurer Kalk von feinster Zerteilung hinzugefügt worden war. Durch den leicht verschließenden Kork ragte ein Kiefernholzstäbchen von 20 cm Länge und 1 cm Dicke in die Flüssigkeit, die außerdem noch mit einem Kohlensäurebehälter in Verbindung stand. Aus dem in die Luft ragenden Teil des Stäbchens konnte das Wasser verdunsten, welches den kohlensauren Kalk in Lösung mit sich geführt hatte.

In Abbildung 8 ist ein Schnitt von dem oberen Ende des Holzstabes wiedergegeben. Die Tracheiden sind mit verhältnismäßig großen Kristallen angefüllt. Dieser Kalk fand sich nur im oberen Teil des Stäbchens, das aus dem Kolben herausragte, in einer Ausdehnung von 2—3 cm. Keineswegs waren alle Holzzellen so angefüllt wie dies in Abbildung 8 dargestellt ist; sondern viele Tracheiden enthielten nur wenige und kleine Kristalle, viele auch gar keine. Die Zeitdauer, während welcher die Verdunstung vor sich gehen konnte, erstreckte sich über 3 Jahre; wonach die Kristallisation sehr langsam vor sich geht.

Ein unerwartetes Ergebnis hatte ein anderer nach dieser Richtung hin unternommener Versuch: Von einer Anzahl Kalkwurzeln wurde der Kalkmantel entfernt, wonach die verkalkten und unverkalkten Wurzelteile in einem Kolben möglichst asteril zerkleinert wurden. Dies ließ sich mit einem Glasstab leicht ausführen, da ja das Material leicht zerreiblich ist. Etwa 50 g Substanz wurde mit ebensoviel Wasser übergossen, durchgeschüttelt und unter Wasserverschluß gehalten. Dazu wurden Holzschnitte von einer rezenten Kiefernwurzel hinzugegeben.

Nach 3—4 Monaten erschienen auf der Oberfläche der Flüssigkeit feine weiße Häufchen, scheinbar aus Pilzmycel bestehend. Unter dem Mikroskop erwiesen sich diese als zusammengesetzt aus kleinen Kristallen von kohlensaurem Kalk, die also aus der Flüssigkeit auskristallisiert waren.

In großen Mengen hatten sich diese Kriställchen an den zugesetzten Schnitten ausgeschieden und füllten auch die Zellen aus. Noch merkwürdiger war, daß sich die Flüssigkeit als starke Cytaselösung erwies. Sämtliche Schnitte waren korrodiert. In Abbildung 3 ist ein Teil eines Schnittes wiedergegeben. Zahlreiche Porenkanäle verlaufen parallel zur Streifung, und zahlreiche Kalkkriställchen haben sich besonders an den Tüpfeln ausgeschieden.

In anderen Schnitten zeigte sich noch eine andere Lösungsform. Nach Fortlösung des Kalks durch verdünnte Salzsäure wurde die Holzzellhaut mit essigsaurer Tonerde behandelt und durch Neutralrot gefärbt. Der Lösungsmodus ist aus Abbildung 10 zu ersehen. Die dunklen Stellen haben den Farbstoff angenommen und sind unverändert. Wahrscheinlich hatten sich hier die Kalkkristalle angesetzt und die Enzymwirkung nicht zur vollen Geltung kommen lassen. An den hellen Stellen ist die Membran abgetragen und dünner geworden. Schließlich wurde die Lösung filtriert und antiseptisch gemacht, sie behielt jedoch ihre enzymatische Wirksamkeit, wie dies wieder zugesetzte Schnitte nach 3monatlicher Einwirkungsdauer erkennen ließen. So sind in Abbildung 11 zwei Tüpfel abgebildet, die zweifellos durch Enzymeinwirkungen verändert worden sind.

An der Tüpfelhaut treten radiär gestellte Spalten auf s. Abb. 11a), die sich erweitern, wodurch die Tüpfelhaut schwindet.

Gewöhnlich bleibt noch ein ringförmiger Rest (s. Abb. 11b), dessen innerer Rand gezähnt erscheint. Man erkennt unschwer, daß diese Zähnchen von den Stäbchen herrühren, welche (wie in a) vorher zwischen den Spalten die korrodierte Tüpfelhaut bildeten.

Außerdem fanden sich hier Tüpfel, an denen die Lösung der gewölbten Außenhaut einfach vom Porus aus erfolgte.

Mehrfache Versuche hatten das gleiche Resultat: Extrakte aus den Kalkwurzeln wirkten mit und ohne Antisepticum holzlösend und zwar ähnlich wie Diastase auf Stärkekörner.

Die Wirksamkeit dieser Lösungen übertraf die aller anderen Extrakte, die ich jemals auf Cytase untersucht habe.

Mitunter geht es nicht an, Extrakte herzustellen, wenn z. B. — wie in unserem Fall — das Material sich nicht zum Auspressen eignet; dann dürfte sich folgende Methode mit Erfolg anwenden lassen: Die möglichst fein zerriebene, angefeuchtete und antiseptisch gemachte Masse wird in Reagenzgläser gefüllt und durch Korken verschlossen. Durch diese wird ein Holzstäbchen eingeführt, das etwa 20 cm lang, 1—2 cm breit und 1 mm dünn ist und oben über den Kork genügend weit in die Luft ragen muß. Das freie Ende wird mit antiseptischer Watte umwickelt, um Pilze abzuhalten.

Das Holz, am besten Kiefernholz, muß mit Xylol und Äther von Harz befreit sein; auch ist es so zuzuschneiden, daß die Tüpfel parallel der Oberfläche liegen. Man hat nun zu sorgen, daß die Wasserverdunstung aus dem freien Holzteil möglichst ausgiebig stattfinde, indem man die Gläser in den Exsiccator bringt oder starker Zugluft aussetzt.

Die Cytasewirkung läßt sich dann an dem Auftreten der strahligen Tüpfel (Abb. 11a) leicht verfolgen. Bei dieser Methode liegt der Gedanke zu Grunde, daß sich in dem Holzstäbchen das Enzym anreichert, während oben das Wasser verdunstet. So äußerte sich z. B. die Cytaselösung aus den geriebenen Kalkwurzeln nach einer Einwirkungszeit von 4 Wochen.

Es fragte sich nun, woher diese Cytase in den Kalkwurzeln käme. Zur Beantwortung dieser Frage wurden mit Hilfe der biologischen Methode aus der Masse folgende die Kalkwurzeln bewohnende Pilze bestimmt: *Trametes radiciperda*, *Penicillium spec.* mit bräunlichen Sporen, die in langen Ketten aneinander haften, *Guttulina spec.*, *Pleospora spec.*, Bacterien, darunter ein *Micrococcus*, welcher rundliche gelatinöse Kolonien bildete, die bald gelb bis bräunlich wurden, *Alternaria tenuis*, *Pezizza aerugo* und *Ceratostomella pilifera*.

Davon wurden auf Cytase untersucht: *Trametes radiciperda*.

Einige Sporen mit Mycel wurden mit dünnen Schnitten von Kiefernholz im hängenden Tropfen im hohlen Glasklotz kultiviert Die Hyphen verzweigten sich besonders im Weichbast und in den Markstrahlen, deren Zellwände bald aufgelöst wurden, und in den angrenzenden Tracheiden zeigten sich Korrosionsspalten.

Ein Spahn mit etwas Mycel wurde mit dem untern Ende im Wasser stehend aseptisch im Reagenzglas gehalten.

Außer den erwähnten Korrosionen zeigten sich auch bald die strahligen Tüpfel, und diese Erscheinungen breiteten sich allmählich aus.

Als zu einer solchen Kultur einmal Calciumcarbonat hinzugefügt worden war, zeigte sich ganz auffallend ein stärkeres Wachstum der Hyphen. Da dies möglicherweise auf einer Beschleunigung der Cytasewirkung beruhen konnte, wurde noch eine dritte Versuchsreihe ausgeführt.

Frisch eingesammeltes *Trametes*mycel wurde möglichst fein zerschnitten und mit Glaspulver und Thymol verrieben. Ein Teil davon wurde mit kohlensaurem Kalk vermengt. Die Massen wurden nun nach der oben mitgeteilten Methode in Reagenzgläser gefüllt, mit den Holzsltäbchen as Testobjekten in Berührung gebracht und unter sonst gleichen Bedingungen gehalten. In beiden Fällen sind nach 6 Wochen die beschriebenen Korrosionen eingetreten; es ließ sich aber mit Sicherheit nicht entscheiden, ob der Kalk die Enzymwirkung beschleunigt, obwohl einige Stellen an den Testobjekten dafür sprachen.

So beruht die beobachtete günstige Einwirkung des Kalkes auf das Hyphenwachstum wohl nur darauf, daß freie Säuren, besonders Kohlensäure vom Kalke aufgenommen und so entfernt werden.

Das erwähnte *Penicillium spec.* löste im hängenden Tropfen hauptsächlich die Wände der Markstrahlzellen auf.

Alternaria. Einige Sporen wurden auf Holz, das im Wasser stand, aseptisch ausgesät. Das Mycel breitete sich alsbald aus und bedeckte die Oberfläche des Wassers. Da es nicht tief eindrang, wurden Schnitte von Kiefernholz und vom Dattelendosperm hineingegeben. Nach genügend langer Einwirkung, wozu mehrere Wochen nötig waren, zeigten alle Objekte starke Korrosionen, an den Dattelzellwänden die sogenannten „Abschmelzungen, wobei zu bemerken ist, daß die Hyphen nicht eingewachsen waren, also die Cytase sezerniert haben mußten.

Die *Alternaria*cytase löst also gleichzeitig Holz und Mannan. *Ceratostomella* und *Perizza* lassen sich gleichfalls auf Holz kultivieren, ihre Cytasesekretion ist aber in Vergleich zu den vorher erwähnten sehr gering.

Darnach scheiden in den Kalkwurzeln *Trametes*, *Penicillium*, *Alternaria* und vielleicht noch Bacterien die Cytase ab, die sich wegen des schützenden und einhüllenden Zementmantels in Lösung erhält und fortgesetzt die starken Holzkorrosionen hervorbringt. Da nun die Wurzeln unter dem oberen Geschiebemergel liegen, wird ihnen durch das Regenwasser ständig neue Kalklösung zugeführt, denn die im Boden vorhandene Kohlensäure führt das Calciumkarbonat in doppeltkohlensauren Kalk über, der bei trockenem Wetter sich als $CaCO_3$ an der korrodierten Tracheidenwand wieder abscheidet und die Zelle allmählich ausfüllt, wodurch schließlich der Steinkern resultiert, wie er in Abb. 2 abgebildet ist.

Die Frage, ob die Kalkwurzeln der letzten Interglacialzeit entstammen, kann mit Sicherheit nicht beantwortet werden. Dafür aber, daß sie ein immerhin hohes Alter besitzen, spricht der Umstand, daß ihr Gewebe teilweise — wie oben erwähnt — in karbonisiertem Zustand übergegangen ist.

Erklärung der Tafel XIII.

Abb. 1. Dünnschliff einer verkalkten Wurzel V. 250.
Abb. 2. Steinkern einer Tracheide. V. 800.
Abb. 3. Tüpfel aus einer verkalkten Tracheide.
Abb. 4. Pilzmycel mit Sporen aus einem Dünnschliff.
Abb. 5. Ein halbes Sklerotium aus einem Dünnschliff; in der Mitte zu nicht verkalkt.
Abb. 6. Eine durch Cytase korrodierte Tracheide aus dem nicht verkalkten Teil einer „Kalkwurzel“.
Abb. 7. Wie vorher. Weiteres Auflösungsstadium“.
Abb. 8. Kalkkristalle, künstlich erzeugt in Kiefernholz.
Abb. 9. Tracheiden durch Cytase abgebaut, welche aus den Kalkwurzeln stammte.
Abb. 10. Wie vorher, aber der Kalk durch HCl gelöst.
V. der Abb. 8—10 mit Zeiß E.

Eine Sammlung von Kalkwurzeln und Dünnschliffen ist dem Bot. Museum in Dahlem überwiesen.

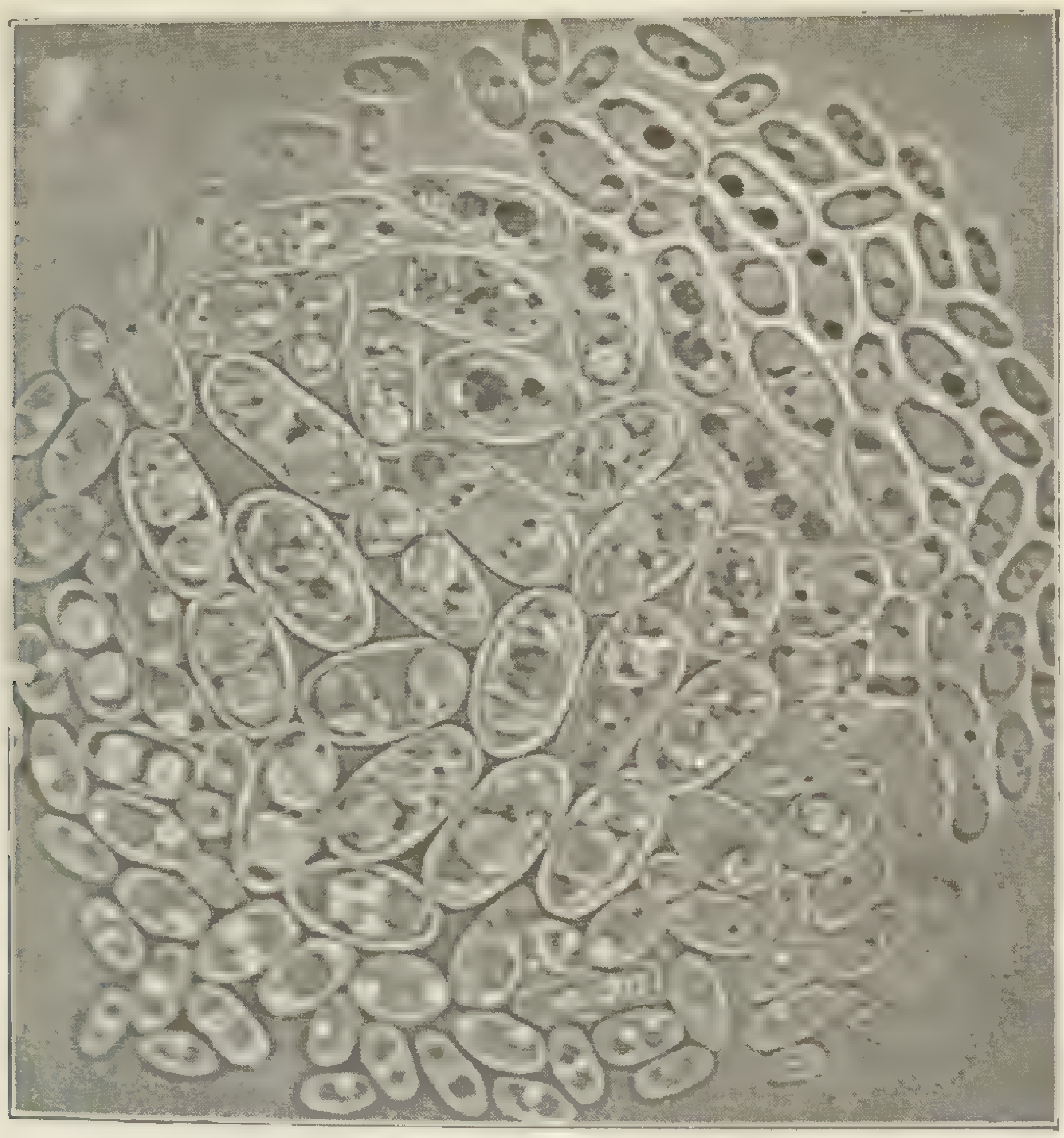


Abb. 1.
Fettbildende Nektarhefe aus dem Sporn von *Linaria* in natürlichem Nektar in 6 tägiger Adhäsionskultur gewachsen. 1000 fach.

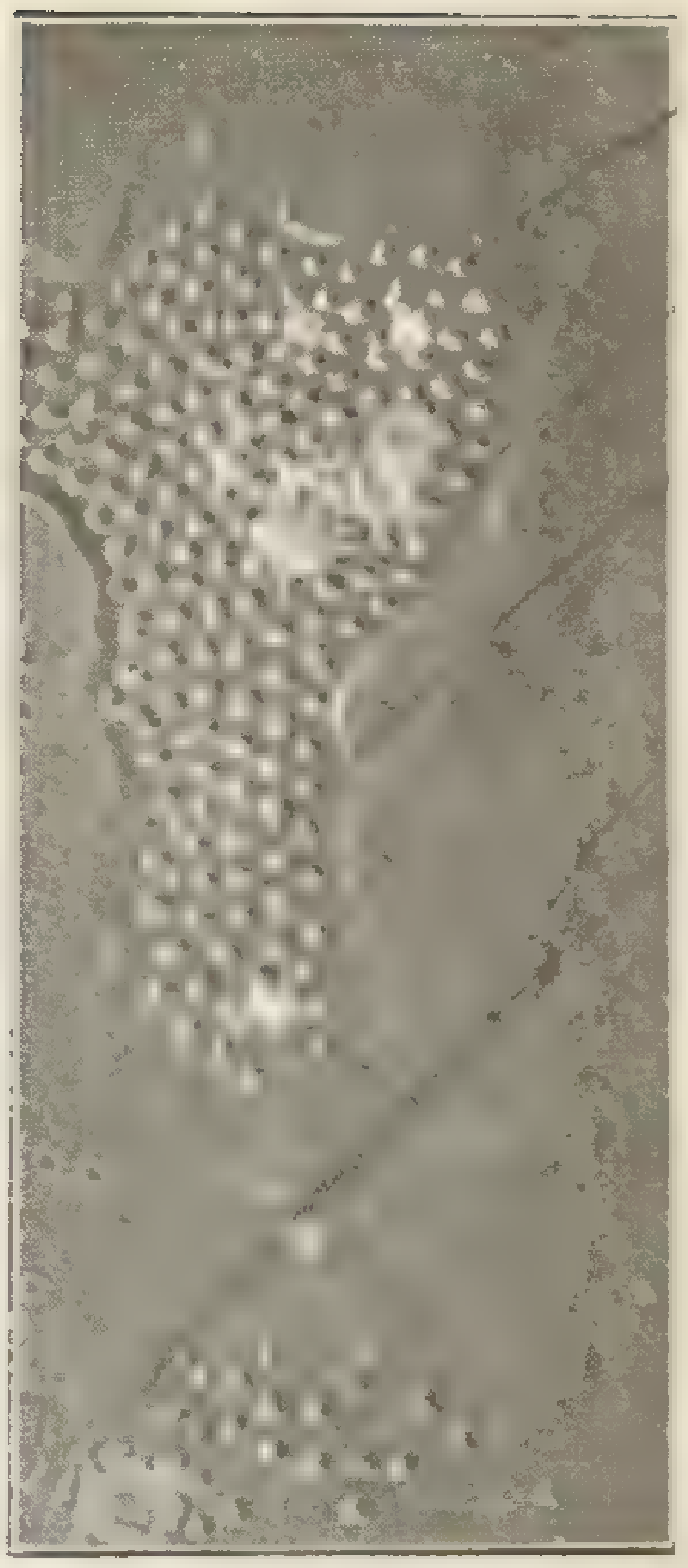


Abb. 2.
Bakterienkolonie in Adhäsionskultur gewachsen. 500 fach.

Abb. 1 und 2 direkt auf Gaslichtpapier aufgenommen.

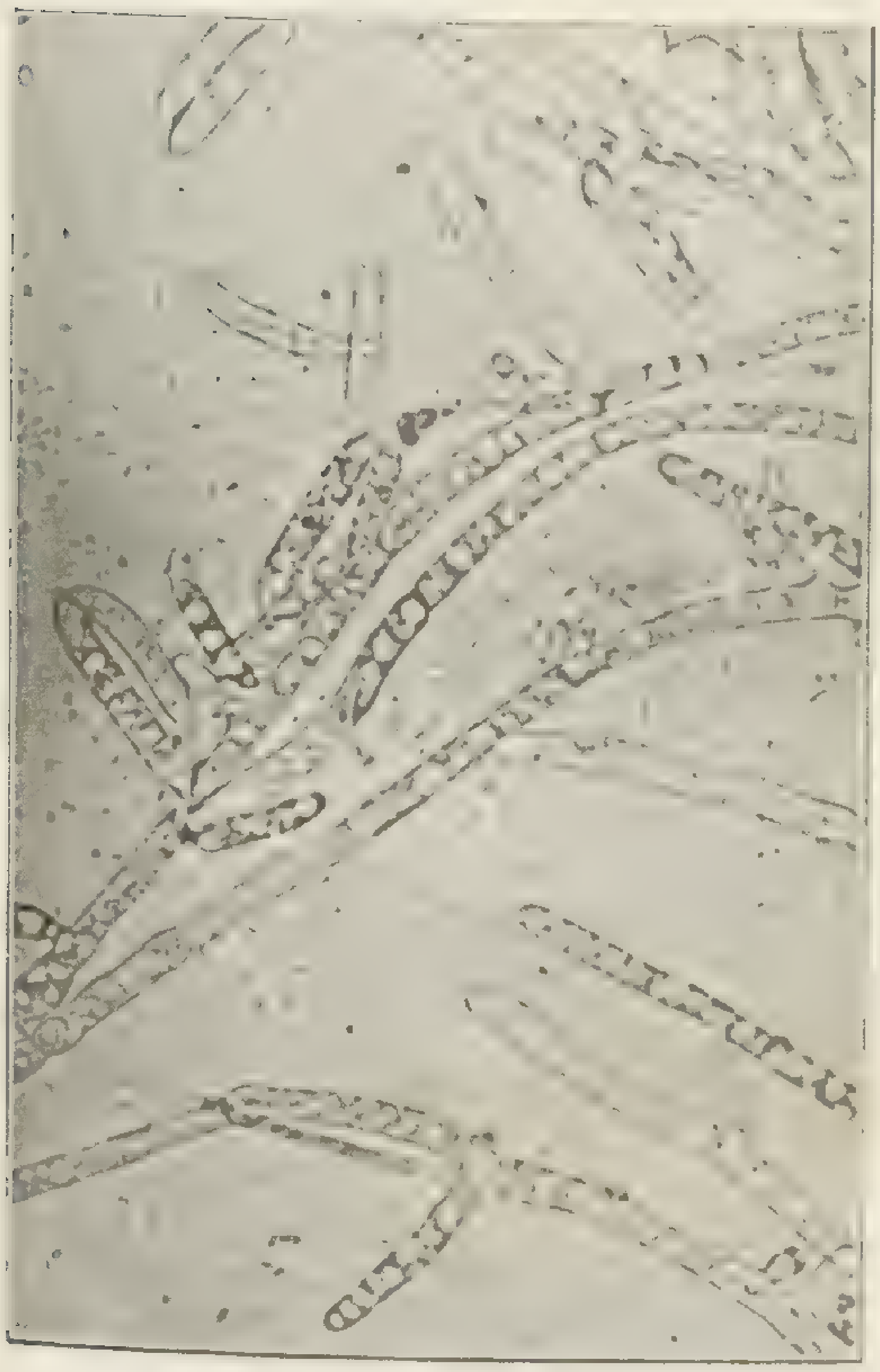


Abb. 3.
Fusarium von einer Kartoffel. 500 fach. Plattenaufnahme in $^1/_{45}$ Sekunde.

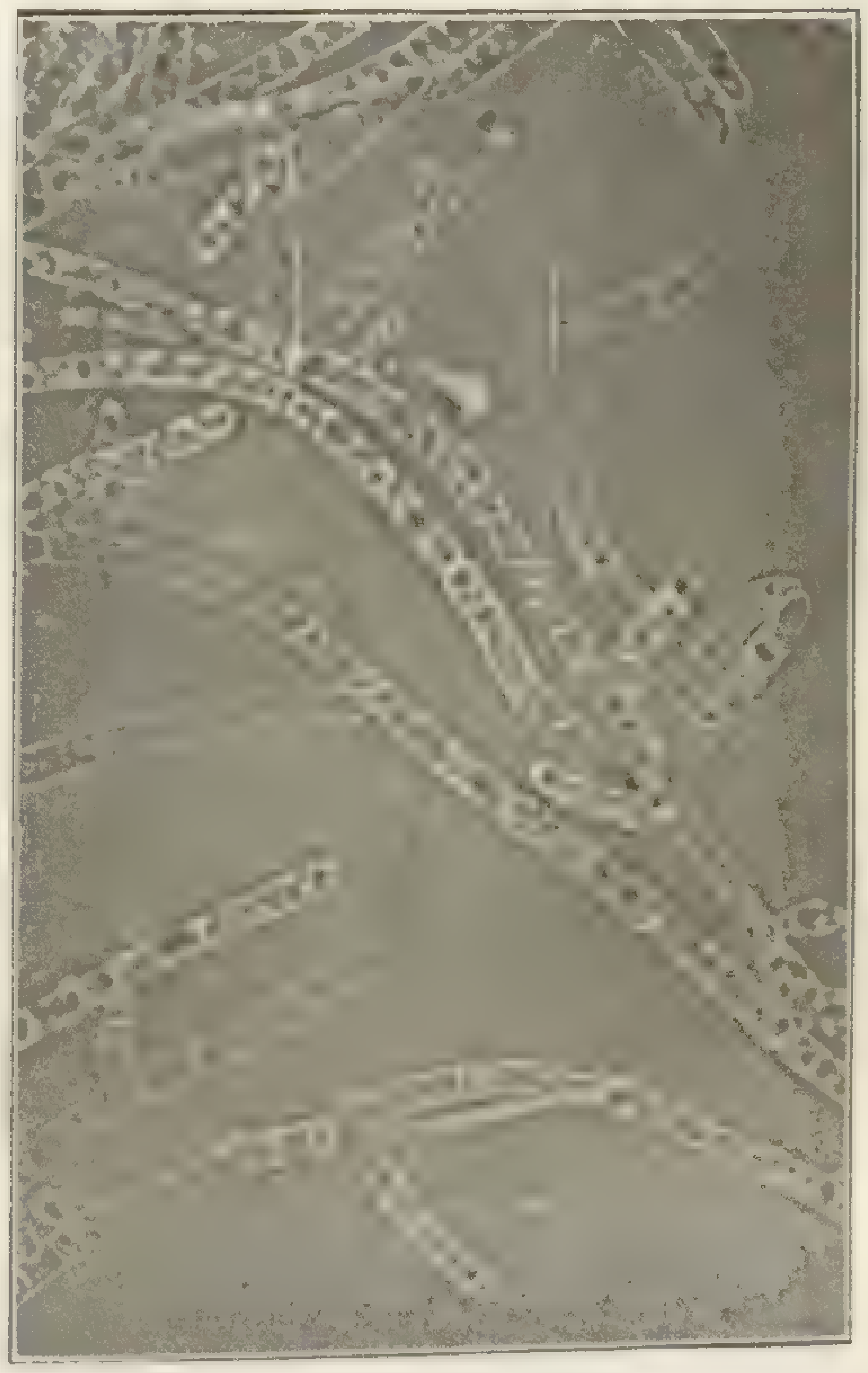
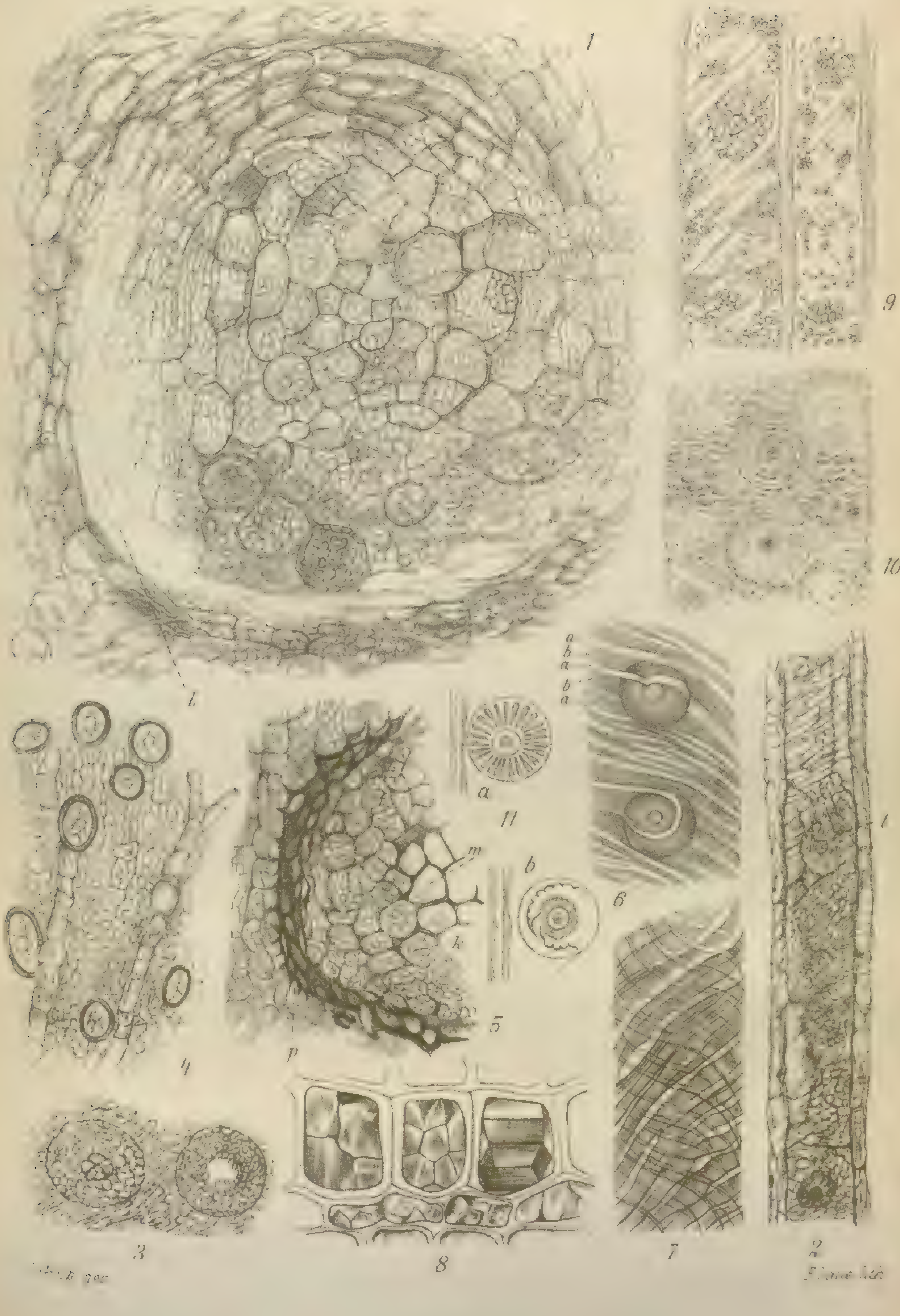


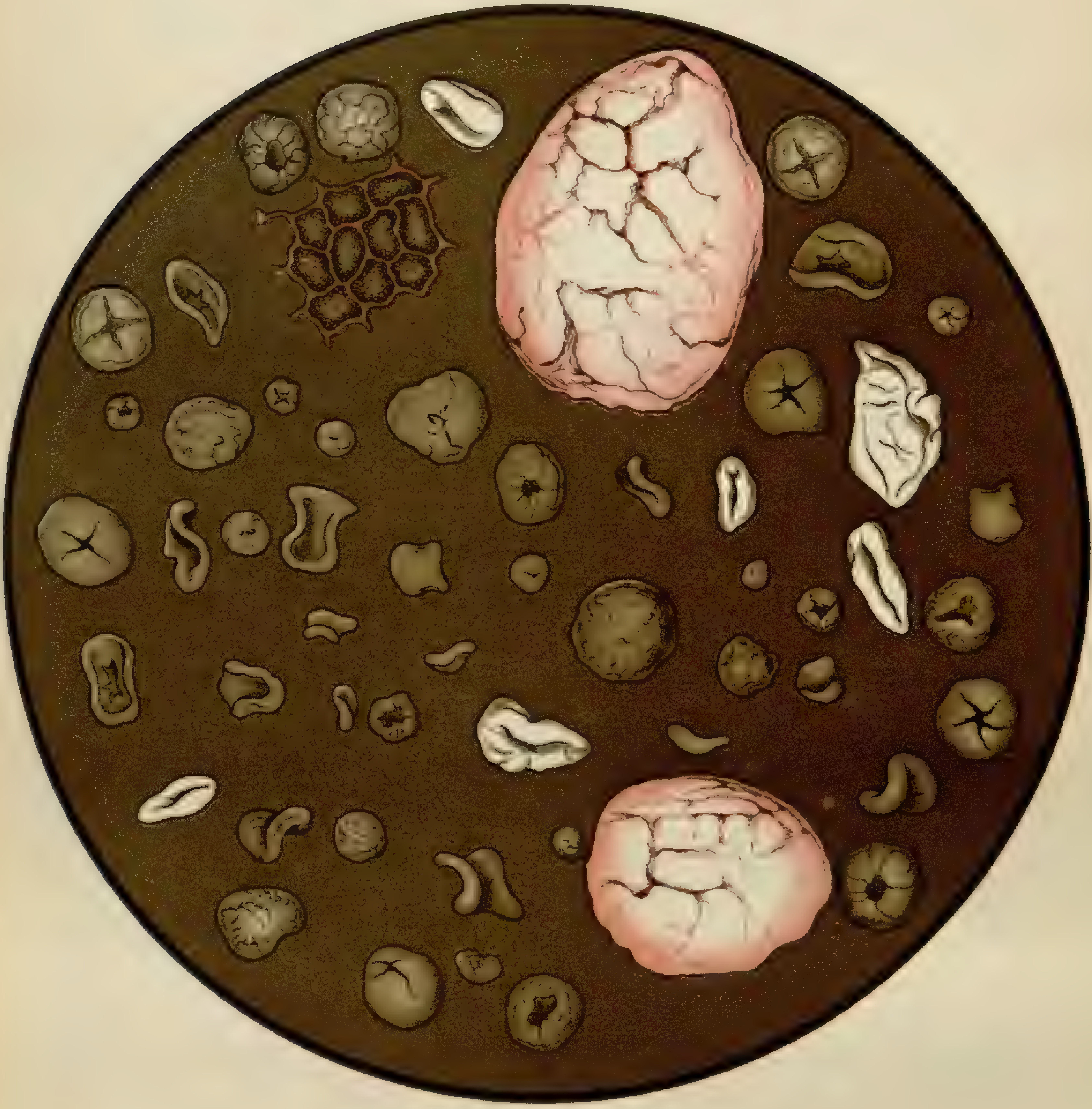
Abb. 4.
Dasselbe wie 3, nur direkt auf Gaslichtpapier aufgenommen, daher Negativbild.

P. Lindner, phot.


1
l
9
10
a
b
a
b
a
6
11
a
b
m
k
p
5
4
t
3
8
7
2

[illegible] gez.

E. Laue lith.



Vergr. etwa 100 fach.

Else Wagener u. W. Herter gez.

E. Laue lith.

Sitzung vom 27. Oktober 1916.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 12. Oktober d. J. erfolgten Ablebens unseres Mitgliedes, Herrn Hofrat, Professor Dr.

Julius Ritter von Wiesner

in Wien und widmet ihm einen kurzen Nachruf. Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Huber-Pestalozzi, Dr. phil. et med. **Gottfried,** in **Zürich,** Englisch-Viertelstr. 61 (durch A. PASCHER und C. SCHRÖTER),
Martin, Dr. **Hermann,** aus **Heiligenstadt,** z. Z. im Felde (durch G. BERTHOLD und W. WÄCHTER),
Hillmann, Joh., Oberlehrer in **Berlin-Pankow,** Breite Straße 15 (durch R. KOLKWITZ und C. OSTERWALD).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Paál, Dr. **Árpád,** in **Budapest,**
Wimmer, Christian, in **Wien,**
Hojer, Otto, in **Wien,**
Goch, Georg, in **Wien,**
Stähelin, Marcus, in **Basel** und Fräulein
Löw, Käte, in **Brünn.**

Am 8. August d. J. feierte unser Ehrenpräsident Herr Geh. Rat **Schwendener** das seltene Fest des 60 jährigen Doktorjubiläums. Die Herren KOLKWITZ und CORRENS überbrachten persönlich dem Jubilar die Glückwünsche der Gesellschaft.

Am 4. August d. J. feierte unser Mitglied Herr Prof. Dr. **Winkelmann** in Stettin sein 50jähriges Doktorjubiläum, zu dem ihm der Vorsitzende im Namen der Gesellschaft gratulierte. Herr **Winkelmann** sprach seinen Dank in einem Schreiben an den Vorsitzenden aus.

Am 16. August d. J. konnte Herr Geh. Rat **Engler** das Fest seines 50jährigen Doktorjubiläums begehen. Der Vorsitzende sandte ihm folgendes Glückwunschschreiben:

Hochverehrter Herr Kollege!

Das seltene Fest, das sie am 16. August dieses Jahres feiern, möchte die Deutsche Botanische Gesellschaft nicht vorüber gehen lassen, ohne Ihnen, der Sie mit zu den Begründern unserer Gesellschaft gehören und ihr in jahrelanger Mitarbeit, besonders als Vorsitzender der Berliner Sitzungen, wertvolle Dienste geleistet haben, herzliche Glückwünsche auszusprechen. Als Sie vor 50 Jahren mit Ihrer Dissertation „de genere *Saxifraga*“ Ihre an Erfolgen so reiche wissenschaftliche Tätigkeit begannen, setzten Sie sich sogleich diejenigen Ziele, denen Sie ein von angespannter Arbeit erfülltes Leben widmeten; wie Sie selbst damals sagten, war die Beschäftigung mit dieser interessanten Gattung dem Verlangen entsprungen, durch eingehendes Studium aller Formen einer weitverbreiteten formenreichen Gattung Einblicke in die Verwandtschaftsverhältnisse der Formen und in die Art und Weise ihrer Verbreitung zu gewinnen. Die Lösung pflanzengeographischer und systematischer Fragen wurde damit die Aufgabe Ihres wissenschaftlichen Strebens, und im Laufe der Jahre haben Sie in immer umfassenderem Maße und mannigfaltigerer Weise diesen Forschungen obgelegen, besonders seitdem Sie, da Ihnen neben den Fähigkeiten des Gelehrten in seltener Weise die Begabung für die Organisation und Durchführung größerer Unternehmungen verliehen ist, auch die Herausgabe umfangreicher Sammelwerke systematischen und pflanzengeographischen Inhalts in Angriff nahmen und leiteten. Immer wieder aber kehrten Sie gern und oft vom Arbeitstisch des Gelehrten zur Beobachtung der natürlichen Bedingungen des Vorkommens und der Verbreitung der Arten zurück, und weite Reisen hauptsächlich in Europa, zuletzt in beiden Erdhälften, unterstützten und förderten Ihre Herbarstudien.

In den letzten Jahren haben Sie sich wieder mit größerem Eifer in das Studium der Saxifragen vertieft, denen auf allen Reisen stets ihre Aufmerksamkeit gegolten hat; der erste Teil einer auf breitester Grundlage errichteten Bearbeitung dieser Gattung wird in Bälde erscheinen. Das große Glück einer stets gleichmäßigen Stärke der Gesundheit, die Ihnen Ihre nie unterbrochene Tätigkeit sowie die Schnelligkeit und Fülle Ihres Schaffens ermöglichte, ist Ihnen bisher stets treu geblieben. Möge es Ihnen vergönnt sein, nicht nur die Vollendung der Monographie der von Ihnen mit besonderer Vorliebe studierten Gattung *Saxifraga* zu erleben, sondern auch noch viele Jahre in gewohnter körperlicher Rüstigkeit und ungeminderter geistiger Frische an den von Ihnen tatkräftig geförderten Aufgaben der Pflanzengeographie und Systematik zu wirken, um zu den bisherigen Erfolgen noch weitere zu häufen!

Im Namen des Vorstandes

R. KOLKWITZ.

Der Jubilar sandte folgendes Dankschreiben:

Berlin-Dahlem, den 9. Oktober 1916.

Dem Vorstand der Deutschen botanischen Gesellschaft.

Wie schon vor 2½ Jahren an meinem 70. Geburtstage, so hat die Deutsche botanische Gesellschaft auch bei meinem goldenen Doktorjubiläum mit den Glückwünschen zu diesem Tage wohlwollende Anerkennung meiner wissenschaftlichen Tätigkeit verbunden, für die ich meinen herzlichsten Dank ausspreche. Namentlich freut es mich, wenn meine Bestrebungen auf dem Gebiet der Systematik und Pflanzengeographie, für welche eine Zeit lang in Deutschland nicht genügend Arbeitskräfte vorhanden waren, einigermaßen Erfolg gehabt haben. Wenn ich mich freilich daran erinnere, wie ich als junger Gelehrter hinter die Geheimnisse der Stammesgeschichte im Pflanzenreich zu kommen dachte und wie bei immer tieferem Eindringen in einzelne Familien sich so oft ergab, daß wohl engere und weitere Verwandschaften zu ermitteln seien, daß aber über das wie und wann der genetischen Entwicklung ein schwer zu lüftender Schleier gebreitet ist, dann kann ich wohl auch von einer gewissen Enttäuschung sprechen. Anderseits hatte ich mehrfach die Befriedigung, für einzelne von mir durchforschte Pflanzengruppen die großen Züge in der Entwicklung festzustellen. Bei der phylogenetischen Verknüpfung der größeren Abteilungen des Pflanzenreiches schien mir äußerste Vorsicht geboten. Wohl war ich stets für die durch HOFMEISTER's glänzende Untersuchungen sich aufdrängenden Vorstellungen von einem genetischen Zusammenhang der gesamten Archegoniaten mit den Gymnospermen und Angiospermen lebhaft eingenommen; aber anderseits konnte ich bei dem Ausbau des Pflanzensystems mich ebensowenig, wie mehrere andere Systematiker der Erkenntnis verschließen, daß die morphologisch vorgeschrittenen Stufen keineswegs immer direkt von den noch existierenden morphologisch niederen abzuleiten seien; ebenso mußte ich erkennen, daß es mitunter recht schwierig ist, bei isoliert stehenden Pflanzenformen mit sogenanntem einfachen

Bau zu entscheiden, ob sie einen reduzierten oder einen primären Typus darstellen. Solche Erwägungen haben mich bei der Verwertung mancher phylogenetischen Behauptung für das System vorsichtig gemacht; in erster Linie lag mir immer daran, die größeren Verwandtschaftskreise in engere aufzuteilen und in diesen die morphologische Progression bei der Anordnung der Gattungen möglichst zum Ausdruck zu bringen. Viel Freude habe ich darin gefunden, daß in den 50 Jahren meiner wissenschaftlichen Tätigkeit die Pflanzenwelt großer Erdteile, über deren Vegetation wir bisher nur sehr unvollkommen unterrichtet waren, bekannt wurde und daß viele Lücken in unseren Vorstellungen über die Entwicklung des Pflanzenkleides der Erde ausgefüllt wurden. Daß dieser Aufschwung der pflanzengeographischen Durchforschung der Erde auch dem hiesigen botanischen Garten und Museum ein reiches Material verschaffte und daß ich dasselbe in instruktiver Weise zu verwerten in die Lage kam, darf ich als ein großes Glück betrachten, und ich werde gern die wenigen Jahre, welche mir noch geschenkt sind, möglichst zur Vervollständigung dieser Arbeiten ausnützen, in der Hoffnung, daß auch die Mitglieder der Deutschen botanischen Gesellschaft davon Nutzen haben.

A. ENGLER.

Satzungsgemäß fand in dieser Sitzung die Wahl des Berliner Vorstandes und der Kommissionen für das Jahr 1917 statt.

Ergebnis der Wahl:

Vorsitzender: Herr **M. O. Reinhardt.**
1. Stellvertreter: Herr **C. Correns.**
2. Stellvertreter: Herr **H. Conwentz.**
1. Schriftführer: Herr **L. Diels.**
2. Schriftführer: Herr **E. Baur.**
3. Schriftführer: Herr **H. Harms.**
Schatzmeister: Herr **O. Appel.**

Redaktionskommission: Außer dem Vorsitzenden und den Schriftführern, die satzungsgemäß der Redaktionskommission angehören, die Herren **A. Engler**, **P. Graebner** und **H. v. Guttenberg.**

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung: die Herren **Th. Loesener**, **E. Gilg**, **E. Jahn**, **R. Kolkwitz** und **P. Claussen.**

Die Geschäfte der Gesellschaft wird der Sekretär Herr **W. Wächter** fortführen.

Mitteilungen.

45. A. Ursprung: Dritter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion.

(Mit Tafel XV.)

Eingegangen am 29. Juli 1916.

Im Jahre 1913 habe ich eine einfache Versuchsanordnung beschrieben[1]), die in der Vorlesung im Verlaufe weniger Minuten die Kohäsion fließenden Wassers überzeugend zu demonstrieren erlaubt. Über einem kapillaren Steigrohr aus Glas war ein Verdunstungskörper aus künstlichem porösem Material befestigt, der seinen Wasserbedarf aus dem Kapillarrohr deckte und dadurch Quecksilber in kurzer Zeit bedeutend über das Barometerniveau emporhob. Die Verhältnisse in der Pflanze waren hier soweit nachgeahmt, als dies bei einem einfachen, rein physikalischen Demonstrationsapparat leicht möglich erschien. Später[2]) verwendete ich als Verdunstungskörper ein *Thuja*-Holzstück und ersetzte damit die künstliche poröse Substanz durch imbibierte Zellwände, wodurch der Apparat für die Physiologie an Interesse gewonnen hatte. Aber auch diese Anordnung ließ noch mehrfach zu wünschen übrig: 1. bestand der Apparat nicht ausschließlich, sondern nur zum Teil aus pflanzlichem Material, 2. war der Zweig nicht im lebenden, natürlichen Zustand, sondern er hatte eine besondere Präparation erfahren, 3. ließ sich die Methode auf gefäßführende und interzellularenreiche Pflanzen nicht anwenden.

Besser näherte sich den natürlichen Verhältnissen eine schon früher beschriebene Modifikation[3]), bei welcher ich einen lebenden, beblätterten *Thuja*-sproß über dem Steigrohr befestigt hatte. Auch hier stieg das Quecksilber über Barometerhöhe. Die Handhabung war jedoch weniger einfach und eine Demonstration in der Vorlesung nicht zu empfehlen; zudem enthielten die Leitungsbahnen zum Teil ausgekochtes Wasser an Stelle des natürlichen Inhaltes. Über eine Abänderung dieses Apparates hat kürzlich JOST[1]) berichtet; als Versuchsmaterial waren aber auch nur Coniferen brauchbar und der Aufstieg erfolgte ebenfalls in einem Glasrohr.

---

[1]) A. URSPRUNG, Zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 31, S. 388; 1913.

[2]) A. URSPRUNG, Zweiter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Diese Berichte Bd. 33, S. 253; 1915.

[3]) A. URSPRUNG, Über die Bedeutung der Kohäsion für das Saftsteigen. Diese Berichte Bd. 31, S. 401; 1913.

Ohne weitere Präparation ist die Kohäsion des Wassers im Farnannulus nachweisbar[2]) und erreicht zudem weitaus die höchsten Werte, die bisher experimentell erhalten worden sind (ca. 300 Atm.). Es handelt sich hier aber um ruhendes Wasser und nicht um einen leicht überzeugenden Vorlesungsversuch. Außerdem besitzt dieses für den Farnannulus so wichtige Resultat für das Saftsteigen und selbst für andere Öffnungsmechanismen nicht das gleiche Interesse, denn von entscheidender Bedeutung ist nicht die Kohäsion, sondern die Blasenbildung. Selbst eine Kohäsion von Tausenden von Atmosphären könnte, trotz ihrer physikalischen Wichtigkeit, dem Physiologen nichts helfen, wenn aus irgendeinem andern Grunde dennoch Blasen auftreten. Dieser andere Grund ist aber tatsächlich vorhanden, und so erfolgt denn die Blasenbildung in Glasgefäßen gewöhnlich bei relativ kleinen Zugspannungen; in *Equisetum*sporangien und verschiedenen Coniferentracheiden sah ich Blasen über bedeutend verdünnterer Schwefelsäure entstehen als im Annulus. Diese Versuche wurden schon vor $1^1/_2$ Jahren zusammen mit den Annulusexperimenten ausgeführt, aber noch nicht publiziert, da ich damals nur feststellte, daß zur Blasenbildung ein Zug ausreicht, der kleiner als 24 bzw. 17 Atm. ist. Genauere Angaben sollen in anderem Zusammenhang erfolgen.

Eine neue Versuchsanordnung erschien daher wünschenswert, welche die Kohäsion fließenden Wassers in den Gefäßen der Angiospermen überzeugend zu demonstrieren erlaubt und wenn möglich auch als Vorlesungsexperiment benützt werden kann. Um das Steigrohr zu vermeiden und das Quecksilber in der Pflanze selbst über Barometerniveau heben zu können, sind Objekte mit langen Gefäßen nötig; dadurch werden auch die sonst so störenden Interzellularen bedeutungslos. Da es für einen Demonstrationsversuch erwünscht ist zu jeder Jahreszeit geeignetes Material zu finden, habe ich mit toten und lebenden Pflanzen operiert. Letztere besitzen natürlich das größere Interesse, erstere sind aber stets leicht erhältlich.

---

[1]) L. JOST, Versuche über die Wasserleitung in der Pflanze. Zeitschr. f. Botanik. 8. Jahrgang, S. 38; 1916.

[2]) A. URSPRUNG, Über die Kohäsion des Wassers im Farnannulus. Diese Berichte Bd. 33, S. 153; 1915.

RENNER, O., Theoretisches und Experimentelles zur Kohäsionstheorie der Wasserbewegung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 56, S. 617; 1915.

Versuche mit toten Lianen.

Durch *Calamus*-sprosse von 5 Meter Länge, die an dem einen Ende in Wasser tauchen, an dem andern mit einer Druckpumpe in Verbindung stehen, kann man leicht Luft pressen und damit das Vorhandensein langer Gefäße demonstrieren. Ausgehend von diesem beliebten Vorlesungsversuch wählte ich zu der ersten Serie von Experimenten *Calamus*, und zwar, um die Verdunstung möglichst zu erleichtern, entrindete Sprosse. Die käuflichen Rohrstücke sind gänzlich ausgetrocknet, führen also in allen Gefäßen Luft. Um dieselbe zu verdrängen, verwendete ich im Prinzip das schon früher beschriebene Verfahren: Behandlung mit heißem, luftfreiem Alkohol[1]) und darauf mit heißem, luftfreiem Wasser. Statt jedoch diese Flüssigkeiten durchzusaugen, genügt es hier sie aus einem höher stehenden Gefäß einfach durch das Rohrstück filtrieren zu lassen. Um einen seitlichen Austritt der Flüssigkeit aus dem entrindeten Rohr nach Möglichkeit zu verhindern ohne die Verdunstung zu benachteiligen ist es zweckmäßig, die peripheren Gefäße am oberen Ende des Rohres durch einen geeigneten Kitt, z. B. Plastizin, zu verstopfen. Nachdem auf diese Weise die Gefäße mit Wasser gefüllt sind, müssen sie oben verschlossen und unten in Quecksilber getaucht werden. Das geschieht am zweckmäßigsten in der Weise, daß man das Stämmchen noch während der Wasserfiltration mit der unteren Schnittfläche unter Quecksilber taucht und hierauf das obere Ende zwischen den Backen eines Schraubstockes so stark als möglich zusammenpreßt. Dieser Verschluß, der erfahrungsgemäß ausreicht, hat neben seiner Einfachheit noch den Vorteil, daß der Gefäßinhalt nicht mit Kittsubstanzen oder anderen Fremdkörpern in Berührung kommt. Um ein rasches Steigen des Quecksilbers zu ermöglichen, muß natürlich alles überschüssige Wasser (an der Außenseite der Liane, über dem Niveau des Standgefäßes) entfernt werden. Die Untersuchung des Inhaltes der Gefäße erfolgt entweder durch Zerschneiden des sorgfältig horizontal gelegten Stämmchens oder aber, sofern eine entsprechende Einrichtung zur Verfügung steht, mit Röntgenstrahlen[2]). Von den zahlreichen Versuchen sei einer kurz beschrieben.

---

[1]) Auch längeres Filtrieren von kaltem Alkohol hatte guten Erfolg.

[2]) Herrn Prof. Dr. P. JOYE und Herrn CH. JOYE spreche ich für die Überlassung des Instrumentariums und gütige Hilfeleistung meinen besten Dank aus.

Ein 1 Meter langes, 1 cm dickes, entrindetes Rohrstück wurde nach längerer Vorbehandlung mit Alkohol und kochendem Wasser nachmittags 3 Uhr vor der Röntgenröhre vertikal aufgestellt. Nach drei Stunden ließ sich mit Hilfe des Bariumplatincyanyr-Schirmes in keinem Gefäß Quecksilber nachweisen. Am folgenden Morgen (9 Uhr) war das Quecksilber in manchen Gefäßen am oberen Ende aufzufinden. Der Aufstieg war jedoch noch nicht beendigt, denn in einem weiteren, zentralen Gefäß befand sich der Hg-meniskus in 65 cm Höhe und bewegte sich in 10 Minuten um 25 cm aufwärts. Eine an dieser Stelle, also in 75 cm Höhe ausgeführte Photographie ist in Fig. 1 Taf. XV wiedergegeben. Sie zeigt ungefähr in der Mitte des Sprosses als kontinuirlichen breiten schwarzen Strich den Quecksilberfaden, dessen Steiggeschwindigkeit wir gemessen hatten. Links und rechts davon finden sich engere Gefäße, welche Quecksilber weit höher hinauf führen aber in zerrissenen Säulchen. Das Quecksilber stieg also in den peripheren Gefäßen bedeutend rascher aber nicht als kontuierlicher Faden. Die Ursache für die raschere Bewegung in den peripheren Partien ist eine mehrfache: einmal setzt hier die seitliche Wasserabgabe durch Verdunstung früher ein als im Zentrum, dann sind die in Betracht fallenden Bahnen in diesem Rohrstück an der Peripherie enger, was ceteris paribus eine größere Geschwindigkeit bedingt und endlich sind die dünnen Fäden gerissen, wodurch das zu hebende Gewicht geringer wird. Daß das Reißen vornehmlich in den dünneren Gefäßen erfolgt, ist zweifellos durch den größeren Reibungswiderstand bedingt. Messen wir den Widerstand durch die zu seiner Überwindung nötige Kraft, so ist nach POISEUILLE der Widerstand umgekehrt proportional der vierten Potenz des Radius. Die Gefäße sind aber nicht nur relativ eng, sondern besitzen auch rauhere Wände als die früher benützten Steigröhren. Wie man aus der Photographie ersehen kann, sind die kurzen, im vertikalen Gefäße hängenden Quecksilberfadenstücke vielfach am unteren Ende etwas verdickt.[1]) Dies mag eine Wirkung der Schwerkraft sein, doch sind auch noch andere Ursachen denkbar. Da die Röntgenstrahlen bekanntlich Schattenbilder geben und die Platte dem Stämmchen dicht angelegt war, so ist aus der Photographie auch die Dicke der Quecksilbersäule und damit annähernd die Weite des Gefäßes zu entnehmen. Dieselbe betrug für die kontinuierliche Säule etwas über 0,4 mm, was mit direkten Messungen übereinstimmt. Die wichtigste Frage, ob die im oberen Teil photographierte Quecksilbersäule ohne Unterbrechung bis an das untere Ende des Stamm-

---

1) Anm. bei der Korrektur. Die Tafel zeigt dies leider viel weniger deutlich als das Original.

stückes kontinuierlich weiter lief, ist, soweit sich das beurteilen ließ, mit ja zu beantworten. Bei dünnen Quecksilberfäden sind kurze Unterbrechungen auf dem Bariumplatincyanyr-Schirm allerdings nicht mit Sicherheit zu erkennen; dagegen ist bei einem dicken Faden, wie er hier vorliegt, das Übersehen einer Rißstelle kaum anzunehmen. Der ganze Faden sah auf dem Schirm genau so aus, wie die obere photographisch wiedergegebene Strecke und damit ist der Schluß berechtigt, daß der Rest sich nicht anders verhielt. Absolute Sicherheit bringt allerdings nur die Photographie der ganzen Quecksilbersäule.

Wo keine Röntgeneinrichtung zur Verfügung steht und eine genauere Untersuchung nicht beabsichtigt ist, wird man sich am einfachsten darauf beschränken Quecksilber in ca. 1 Meter Höhe nachzuweisen. Das gelingt sehr leicht, wenn man das sorgfältig vorbehandelte Stammstück, das mit dem untern Ende in Quecksilber taucht, etwa 24 Stunden lang transpirieren läßt und dann vorsichtig horizontal legt. Aus der abgeschnittenen Spitzenpartie kann man durch Ausklopfen leicht Quecksilber aus zahlreichen Gefäßen erhalten.

Die mir zur Verfügung stehenden berindeten Rohrstücke sind für derartige Versuche nicht zu empfehlen, da bei ihnen die Verdunstung zu langsam vor sich geht.

Versuche mit lebenden Lianen.

Eine über 5 Meter lange, oben reich beblätterte *Clematis Vitalba* wurde Ende Juni ohne Lostrennung von den Wurzeln im Walde zusammengerollt, in ein neben der Pflanze gegrabenes Loch gelegt und mit feuchter Erde zugedeckt. Während mehrerer vorhergehender Tage war viel Regen gefallen. Nach 2×24 Stunden schnitt ich die Basis des Stämmchens unter ausgekochtem Wasser ab und tauchte sie, unter Verhinderung von Luftzutritt[1]), sofort in Quecksilber. Nach dem Ausgraben und Übertragen ins Laboratorium wird der Sproß von der anhängenden Erde befreit[2]), an einem Stativ vertikal aufgerichtet und vor die Röntgenröhre gebracht. $1^1/_2$ Stunden nach dem Eintauchen in Quecksilber ist letzteres bereits 1,60 Meter hoch im Stämmchen deutlich nachweisbar (Bariumplatincyanyr-Schirm). Bis zu einer Höhe von 1,4 Metern ließ sich in mehreren Gefäßen mit Hilfe des Schirmes keine

---

1) Die Übertragung in das Quecksilbergefäß erfolgt mittelst ca. 2 cm hohen Zylindergläschens, an dem ein Draht befestigt ist.

2) Dies ist nötig um ein klares Röntgenbild zu erhalten.

Unterbrechung der Quecksilbersäule erkennen, womit eine absolute Sicherheit für deren Kontinuität allerdings noch nicht gegeben ist. Daneben fanden sich auch mehrfach zerrissene Fäden. (Fig. 2 Taf. XV) Zahlreiche weitere Versuche führten zu ähnlichen Resultaten, so daß sie zusammen besprochen werden können.

Steighöhe. In meinen früher publizierten Experimenten mit der Filterkerze stieg das Quecksilber mehr als 81 cm über Barometerniveau und machte hier oft jedenfalls nur deshalb Halt, weil es am oberen Ende des Apparates angelangt war. Bei den seitherigen vielfachen Wiederholungen habe ich keine längere Steigröhre verwendet und auch auf die Elimination des Atmosphärendruckes auf das untere Steigrohrende keinen Wert gelegt. Zur überzeugenden Demonstration der Kohäsion fließenden Wassers reicht eine Steighöhe von über 1 Meter vollständig aus und jede Komplikation des Apparates kann die Einfachheit und Uebersichtlichkeit eines Vorlesungsversuches nur beeinträchtigen. Der tote *Thuja*holzzylinder hatte das Quecksilber mehr als 135 cm über Barometerniveau gehoben, der lebende *Thuja*zweig 19 cm. Diese 19 cm bildeten, wie ich schon früher bemerkte, einen rein zufälligen, durch die Länge des Steigrohres bedingten Grenzwert, der bei jeder sorgfältigen Wiederholung übertroffen werden kann; tatsächlich ist JOST auch einige cm weiter gekommen. — Als ich das Quecksilber direkt in den Gefäßen aufsteigen ließ, fand ich es bei *Calamus* jeweils bis zum oberen Ende des Stammstückes vorgedrungen, d. h. in der Regel 1 Meter, in einem Falle 1,5 m. In den *Clematis*gefäßen war Quecksilber sogar in 2 Meter Höhe nachweisbar. Diese Beobachtung beweist das Vorhandensein von mindestens 2 m langen Gefäßen; für weitere Schlüsse ist es nötig zu wissen, ob die Quecksilbersäulen kontinuierlich sind oder nicht. Soweit der Schirm dies erkennen läßt, scheint in einigen Gefäßen die Kontinuität ca. 70 cm über Barometerniveau empor zu reichen, weiter hinauf waren große Risse vorhanden und in 2 m Höhe fanden sich nur noch isolierte, kurze Fadenstücke. Der Versuch eine anscheinend kontinuierliche Säule ihrer ganzen Länge nach zu photographieren glückte nicht, da der Faden zwischen der Schirmkontrolle und der nachfolgenden Aufnahme zerriß. Damit das Quecksilber in den *Clematis*gefäßen im Juni 1916 anscheinend ohne Riß über Barometerniveau stieg, war es nötig den Sproß einzugraben und längere Zeit im feuchten Boden zu lassen. Wurde dies unterlassen, der transpirierende Sproß also direkt unter gestandenem Wasser durchschnitten und wie früher in Quecksilber übertragen, so erreichte der Meniskus das Barometerniveau nicht.

Bekanntlich erzielte auch v. HÖHNEL[1]) die größten Steighöhen mit blutenden Sprossen. So schreibt er (p. 107), daß in einen blutenden Zweig von *Cornus mas* das Quecksilber 61,5 cm weit eindrang, während am 3. Juli kein Aufstieg erfolgte. (p. 111.)

Zur richtigen Beurteilung der Steighöhe muß man die Widerstände in zusammenhängenden und unterbrochenen Säulen kennen. Stellen wir ein weites Glasrohr mit dem unteren Ende in Quecksilber und saugen wir am oberen Ende mit der Pumpe, so steigt eine kontinuierliche Quecksilbersäule rund auf Barometerhöhe. Dagegen werden Luftquecksilberketten bedeutend über dies Niveau emporgehoben, was z. B. in der KAHLBAUMschen Pumpe praktische Verwendung findet. In engen Kapillaren werden die Verhältnisse etwas komplizierter. Wir wissen seit v. HÖHNELs Untersuchungen, daß die zur Bewegung nötige Kraft eine andere ist, je nachdem die Quecksilbersäule beidseitig an Luft grenzt oder unten mit einer größeren Quecksilbermasse in Verbindung steht. So war ein isolierter 13 cm langer Faden bei Luft- oder Wasserüberdruck von 35 cm unbeweglich, während in Verbindung mit dem Quecksilbergefäß der Reibungswiderstand so gut wie fehlte und neben dem Eigengewicht nur die Kapillardepression von 8 cm zu überwinden war (p. 94).

Wie hoch in *Clematis* das Quecksilber durch bloße Luftdruckdifferenzen gehoben werden kann, zeigt folgender Versuch. Ein über 1 m langes Stammstück mit frischen Schnittflächen wird an beiden Enden entrindet, vertikal gestellt und unten in Quecksilber getaucht, oben aber luftdicht mit Manometer und Pumpe verbunden. Bei Verwendung trockener Sprosse stieg das Quecksilber in mehreren Gefäßen ca. 60 cm hoch; in vereinzelten, kurzen durch lange Luftblasen getrennten Säulchen sogar bis zum oberen Ende (1,25 m). Ein wesentlich weiteres Steigen kontinuierlicher Säulen wäre auch nicht möglich, da der Barometerstand 71,3 cm, der Manometerstand 5,5 cm und die Kapillardepression mindestens 5—6 cm betrug. Die 60 cm langen Fäden wiesen jedoch meistens, wenn nicht immer Rißstellen auf. Während solche Luftquecksilbersäulen in weiten Röhren bedeutend über Barometerniveau gehoben werden, ist das hier nicht der Fall. Die Ursache mag vielleicht in einigen Gefäßen in zufällig vorhandenen Querwänden bestehen, kann aber im allgemeinen nur auf Reibungswiderstand beruhen. Dies tritt klar zu Tage, wenn wir die Pumpe abstellen und am oberen Sproßende den Atmosphärendruck einwirken lassen; in manchen Gefäßen erfolgt dann überhaupt kein Sinken, in andern nur um einen relativ kleinen Betrag. Noch deutlicher wird die Sache, wenn wir jetzt am unteren Ende die Pumpe saugen lassen, während oben der Atmosphärendruck erhalten bleibt; selbst bei diesem bedeutenden Ueberdruck sind die meisten Quecksilberfäden unbeweglich. Verwenden wir zu diesem Versuch nicht ausgetrocknete, sondern frische *Clematis*-stämmchen, deren Gefäße Saft führen, so bleibt das Resultat im wesentlichen dasselbe. Aus der Tatsache, daß in einem *Clematis*sproß, der unten in Quecksilber taucht, der Atmosphärendruck kontinuierliche oder nur kurze Unterbrechungen aufweisende Quecksilbersäulen nicht über Barometerniveau heben konnte, folgt, daß bei dem bedeutend höheren Ansteigen solcher Säulen in lebenden transpirierenden Sprossen noch andere Faktoren hinzukommen müssen. Soweit wir die Verhältnisse kennen, kann es sich hierbei nur um den Zug des negativ gespannten Gefäßinhaltes handeln. Wir dürfen daher die eingangs gestellte Aufgabe als gelöst betrachten, wenn der Inhalt der Gefäße der natürliche geblieben ist. Nun haben wir allerdings die Sprosse unter ausgekochtem Wasser abgeschnitten, doch ist dies unbedenklich, wenn man nach Vorschrift bei Regenwetter experimentiert und den Sproß vor dem Abschneiden genügend lange gegen Transpiration schützt; wenn außerdem das Uebertragen in Quecksilber so rasch erfolgt, daß die Schnittfläche nur Bruchteile einer Minute mit dem ausgekochten Wasser in Berührung bleibt. Sollte auch etwas Wasser eingedrungen sein, so kann es sich doch nur um Spuren handeln, die für das Resultat bedeutungslos sind; dafür spricht außer der Methodik auch der Umstand, daß 20 Minuten nach dem Eintauchen der Schnittfläche unter Quecksilber, dasselbe in den Gefäßen noch nicht über das Niveau im Standgefäß aufgestiegen war. Wer jede Berührung mit Wasser vermeiden will, wird direkt unter Quecksilber abschneiden, doch sind dabei — mit Ausnahme der Blutungsperiode — Mißerfolge leichter möglich. Denn ein beblätterter in Wasser gestellter Zweig ist auch nach längerer Ausschaltung der Transpiration noch nicht vollständig gesättigt, so daß infolge des Abschneidens und der Kapillardepression eine Blasenbildung zwischen Saft und Quecksilber nicht ausgeschlossen ist.[1]) Daß der Versuch nicht glückte, als ich zwar unter Wasser abschnitt, aber das Eingraben (Juni Regenwetter) unterließ, wird auf dem Fehlen der nötigen kontinuierlichen Säulen beruhen; dabei kann die Unterbrechung schon in der intakten Pflanze entstanden gewesen sein oder erst beim Abschneiden zwischen Saft und Wasser bzw. später zwischen Wasser und Quecksilber sich gebildet haben. Auf dieselbe Ursache sind offenbar auch die negativen Resultate meiner früheren Experimente mit *Quercus*[1]) zurückzuführen. Zu erwähnen ist an dieser Stelle auch die folgende Beobachtung. In einem vorher eingegrabenen *Clematis*sproß wurde das Quecksilber in einem bestimmten Gefäß 90 cm hoch gehoben und blieb dann stehen; als nach einigen Stunden wieder untersucht wurde, war ein apikales, mehrere dm langes Fadenstück weiter gestiegen, das basale aber in Ruhe geblieben. Bis zur Hebung auf 90 cm genügte der Luftdruck und die anfängliche Zugspannung. Infolge andauernder Transpiration hatte dann der Zug der gespannten Wassersäule offenbar zugenommen und reichte nun aus um das apikale Fadenstück von einem schon früher vorhandenen oder erst jetzt entstandenen Riß an höher zu heben.

---

[1]) v. HÖHNEL, Beiträge zur Kenntnis der Luft- und Saftbewegung in der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot. 1879 p. 47.

---

[1]) Vgl. einen Versuch mit Glaskapillaren. Diese Berichte 1918 S. 409.

Da v. HÖHNEL auch mit blutenden Zweigen operierte, so ist nach Obigem in seinen Versuchen ein Ansteigen über das korrigierte Barometerniveau apriori wahrscheinlich. Tatsächlich dürfte dies der Fall gewesen sein an einem blutenden Zweig von *Cornus mas*, in dem das Quecksilber 61.5 cm in angeblich zusammenhängender Säule emporgestiegen war. Denn alle von mir geprüften Zweige von *Cornus mas* zeigten eine Kapillardepression, welche die noch fehlende Steighöhe bei weitem übertrifft. Hiernach hätte also schon V. HÖHNEL im Jahre 1879 unbewußt den Beweis erbracht für das Vorhandensein zusammenhängender negativ gespannter Saftfäden in den Gefäßen abgeschnittener lebender Zweige. Ob allerdings alle Quecksilberfaden kontinuierlich waren, ist wenig wahrscheinlich. Die theoretischen Betrachtungen, auf die sich v. HÖHNEL stützt, sind nicht ausreichend, da die Röntgenbilder in entsprechenden Fällen bei *Calamus* und *Clematis* (Fig. 1—3, Taf. XV) zahlreiche Unterbrechungen aufweisen und daher in den engen *Cornus*gefäßen noch viel weniger zusammenhängende Fäden erwarten lassen. Tatsächlich habe ich auch bei der mikroskopischen Untersuchung zahlreiche Rißstellen aufgefunden.

Auf welche Zugspannungen kann man nun aus den vorliegenden Versuchen schließen? Als anscheinend kontinuierliche Quecksilbersäulen waren in lebenden *Clematis*sprossen ca. 1, 0 m hoch nachweisbar. Um das Quecksilber in den *Clematis*gefäßen auf diese Höhe zu heben, muß man — nach meinen Versuchen — auf das

---

1) Diese Berichte 1913 S. 408

Quecksilber des Standgefäßes einen Druck von 1,49 m ausüben. Wir können also aus der beobachteten Steighöhe eine Zugspannung von ca. 1 Atm. und natürlich auch die Anwesenheit zusammenhängender Saftsäulen ableiten. Daß keine größeren Spannungen sich nachweisen ließen, das Quecksilber also nicht höher stieg, beruht nicht auf dem Vorhandensein von Querwänden; es muß daher auf Blasenbildung zurückgeführt werden, die jedoch nicht durch Ueberwindung der Kohäsion (die ja viel größer ist) bedingt sein kann. Ob die Blasen in den zusammenhängenden Saftsäulen oder zwischen Saft und Quecksilber auftreten, ist nicht zu sagen, so daß in der intakten Pflanze höhere Zugspannungen nicht ausgeschlossen erscheinen. -- Zerrissene Säulen steigen weiter als 1,4 m. Für sie ist die zur Hebung nötige Zugkraft jedoch nicht so leicht anzugeben. Die Kohäsion kann natürlich nur bei der Bewegung solcher Quecksilberfäden mitspielen, welche selbst kontinuierlich sind und mit kontinuierlichen Wassersäulen zusammenhängen. Sobald in einem solchen Faden ein Riß auftritt, fällt nur noch das obere Stück in Betracht. Da nun cet. par. in meinen Sprossen kontinuierliche Quecksilbersäulen stets weniger hochgehoben wurden als Fadenstücke, so dürfen wir aus der größeren Steighöhe der letzteren nicht auf größere Zugspannung schließen.

Höhere Werte als bei *Clematis* erhielt ich bei *Cornus*. Am 22. Juli wurde ein Zweig von *Cornus mas* in Luft abgeschnitten, sofort in Wasser getaucht und ins Laboratorium gebracht. Hier stellte ich 10 cm über der alten Schnittfläche unter Leitungswasser eine neue her und tauchte sie ohne Berührung mit Luft unter Quecksilber. Am 24. Juli war das Quecksilber bei vertikaler Stellung des Zweiges in einigen Gefäßen bis 45 cm hoch gestiegen. Da der Barometerstand ca. 71 cm, die Kapillardepression bis 170 cm betrug, so gelangen wir zu Zugspannungen von ca. 2 Atm. Im Vergleich zu den Apparaten mit Steigrohren aus Glas, ist in den pflanzlichen Leitungsbahnen die Kontrolle der Quecksilbersäulen schwieriger; sie sind nicht direkt sichtbar und fallen bei Rißbildung nicht oder nur wenig nach unten. Wer über lebendes Material verfügt, dessen Gefäße bei ausreichender Länge noch weiter sind als bei *Clematis*, wird dasselbe vorziehen. Denn wenn enge Gefäße (*Cornus*) auch höhere Werte liefern können, so eignen sie sich doch weniger zur Demonstration vor physikalisch wenig geschulten Hörern. Natürlich brauchen die Zugspannungen in einem abgeschnittenen, in Wasser gestellten Zweig nicht die oben gefundenen Werte zu erreichen, da in unseren Versuchen der Wassernachschub durch die Schnittflächen unmöglich war.

Steiggeschwindigkeit. In den Apparaten mit kapillarem Steigrohr aus Glas hängt sie vornehmlich von physiologisch bedeutungslosen Faktoren ab. Bei *Calamus* und im beblättertem *Clematis*proß, wurde sie im Dunkelzimmer, ohne Ventilator ermittelt, durch Verfolgung des Quecksilbermeniskus auf dem Bariumplatincyanürschirm. Daß der Aufstieg in verschiedenen Gefäßen desselben Sprosses verschieden rasch erfolgt, ist mit Hilfe des Schirmes schon bei oberflächlicher Beobachtung zu erkennen. *Calamus* ergab für ein weites Gefäß 25 cm in 10 Minuten. Bei *Clematis Vitalba* war in einem bestimmten Falle in der Nähe der unteren Schnittfläche die Geschwindigkeit während der 10 Minuten dauernden Beobachtung gleichmäßig und zwar 3,5 mm pro Minute Eine Stunde später sah ich in 1,5 m Höhe ein isoliertes, kurzes Fadenstück in 1 Minute 5,5 cm zurücklegen. Diese große Differenz kann nicht von dem verschiedenen Gefäßdurchmesser herrühren, da derselbe annähernd gleich war.

Bei gleicher Gefäßweite und gleich langen, kontinuierlichen Quecksilbersäulen ist eine verschiedene Steiggeschwindigkeit auf mehrere Arten denkbar. Einmal muß sie entstehen, wenn den verschiedenen Gefäßen nicht dieselben Wassermengen entzogen werden; sie wird aber auch bei gleichem Wasserentzug auftreten, wenn die einen Gefäße Blasen enthalten, die anderen nicht. Bei dem erwähnten raschen Steigen des kurzen Fadenstückes dürfte sowohl die geringere Reibung, als auch der — infolge andauernder Transpiration und fehlender Absorption — gesteigerte Wasserentzug aus dem Gefäß mitgespielt haben. Schon früher [1]) zeigte ich an einem Apparat mit Steigrohr aus Glas, daß cet. par. die plötzliche Verkürzung der Quecksilbersäule eine plötzliche Steigerung der Geschwindigkeit zur Folge hat. An derselben Stelle wies ich ferner ein Sinken der Geschwindigkeit bei Zunahme der Steighöhe nach. Letzteres ist auch beim Eindringen des Quecksilbers in die *Clematis*-gefäße zu erwarten, doch fehlen entsprechende Messungen. Konstatiert habe ich nur, daß die Geschwindigkeit des Meniskus oft auf Null sinkt bevor eine Querwand erreicht ist. Entweder wurde hier die momentan erreichbare Zugspannung der Wassersäulen durch den Bewegungswiderstand des Quecksilberfadens äquilibriert, oder es trat im Safte Blasenbildung auf. Beide Fälle glaube ich beobachtet zu haben. Wenn z. B. der bereits bedeutend über Barometerniveau befindliche Meniskus nach einer gewissen Ruhezeit wieder weiterstieg, so hatte offenbar die Zugspannung der Wasserfäden wieder zugenommen. Wenn dagegen das Steigen, trotz fehlender Querwand und fortdauernder Transpiration für immer aufhört, so scheint mir das nur durch Blasenbildung erklärbar zu sein. In einer Glaskapillare fällt der Meniskus plötzlich und stark im Momente der Rißbildung; für pflanzliche Gefäße liegen mir keine Beobachtungen vor; jedenfalls könnte es sich, wegen des Filtrationswiderstandes nur um eine schwächere Fallbewegung handeln.

---

[1]) A. URSPRUNG, Zweiter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Diese Berichte 1915 S. 259.

Was nun die Ursache der Blasenbildung betrifft, so kommt nach meinen bisherigen Erfahrungen die Kohäsion nicht in Betracht. Nach früheren Versuchen, die bereits eingangs erwähnt wurden, treten im Farnannulus, Equisetensporangium und verschiedenen Koniferentracheiden die Blasen bei stark abweichenden Zugspannungen auf, obwohl die Zellen gleichzeitig mit Wasser aus der gleichen Flasche gefüllt wurden, das zweifellos dieselben physikalischen Eigenschaften besaß. Außerdem erhielt ich mit dem Farnannulus annähernd dieselben Resultate gleichgültig ob luftarmes oder kohlensäurereiches Wasser zur Füllung seiner Zellen gedient hatte. Daraus folgt, daß nicht die Kohäsion, sondern ein anderer Faktor maßgebend ist. Natürlich ist bei fehlender Kohäsion auch keine Zugspannung möglich und eine negative Spannung von 300 Atm. kann nur auftreten, wenn die Kohäsion mindestens denselben Wert erreicht. Da jedoch die Blasenbildung in der Regel bei viel geringeren Spannungen erfolgt, so gibt die Kohäsion nicht den Ausschlag.

Die Geschwindigkeit, mit der Quecksilber im abgeschnittenen Sproß aufsteigt, erlaubt natürlich keinen Schluß auf die Geschwindigkeit der im abgeschnittenen, in Wasser stehenden Sproß erfolgenden Wasserhebung. Letztere ist mit unserer Methode am besten dadurch zu finden, daß man statt Quecksilber eine Lösung von Uranylnitrat aufsteigen läßt. Daß dadurch eine genügende Absorption erreicht werden kann zeigen Fig. 4 und 5, die Röntgenphotographien zweier *Calamus*sproße, von denen der eine (5) Uranylnitrat aufgenommen hatte, der zweite (4) nicht. Feinere Aufschlüsse, z. B. über Ort und Zeit des Auftretens mikroskopisch kleiner Blasen, sind jedoch mit Röntgenstrahlen nicht zu gewinnen, da diese keine Brechung zeigen und somit keine optischen Bilder liefern.

Zur Messung der Gefäßlänge wird die Quecksilberinjektion schon lange benützt. In manchen Fällen wird man sich mit Vorteil auch der Röntgenstrahlen bedienen. Besonders leicht ist hierdurch oft der Verlauf der Gefäße festzustellen, worüber man Fig. 2 und 3 vergleichen wolle.

Will man endlich demonstrieren, daß in Zellen und Tonometern die Zugspannung längere Zeit erhalten bleibt, vgl. JOST. (l. c.) so kann man folgendermaßen verfahren.

Wenn wassergefüllte Annuli in Zimmerluft austrocknen, so springen sie bekanntlich unter Blasenbildung. Bringt man dieselben wassergefüllten, blasenfreien Annuli in die früher [1]) beschriebenen Exsikkatoren über H_2SO_4 vom spez. Gew. 1,160 so krümmen sie sich (nach Versuchen aus dem Jahre 1914) halbkreisförmig zurück, springen aber nicht. Diese Rückkrümmung bleibt stunden- und tagelang erhalten. Solange dabei die Wand ihre Elastizität beibehält, muß natürlich auch die Zugspannung des Wassers erhalten bleiben. Mit der Zeit verliert die Wand allerdings die anfänglichen physikalischen Eigenschaften, gewinnt sie aber nach Einlegen in Wasser wieder zurück. Dieser Versuch gelingt stets mit Sicherheit, dürfte aber einen physikalisch ungeschulten Hörer nicht so leicht überzeugen.

An meinen Tonometern hatte ich schon früher die Beobachtung gemacht, daß die über Barometerniveau gehobene Quecksilbersäule bei Unterdrückung der Verdunstung stehen bleibt. Zur näheren Prüfung ließ ich kürzlich in einem Tonometer mit kapillarem Glassteigrohr und Verdunstungskörper aus entrindetem *Thuja*zweig [2]) den Hg-meniskus 90 cm hoch steigen (Barometerstand ca. 71 cm). Darauf wurde über den Zweig ein Reagensglas gestülpt, so daß nur noch eine ganz schwache Verdunstung möglich war. Von 90 cm Steighöhe am 6. Juli erhob sich der Hg-meniskus bis zu 107 cm am 11. Juli und behielt diese Stellung unter beständigen Schwankungen bis zum 16. Juli bei. Bei der Kontrolle am 17. Juli war der Meniskus unter Barometerniveau gefallen infolge Blasenbildung im wasserführenden Teil des Apparates. Am 25. Juli stand übrigens das Quecksilber immer noch 55 cm hoch. Da die Blase während meiner Abwesenheit entstand, läßt sich über Art und Ursache ihres Auftretens nichts Näheres angeben. Erwähnt sei noch, daß der Hg-meniskus auch bei Erreichung von 107 cm Steighöhe nicht ruhig blieb, sondern stets größere oder geringere Niveauveränderungen (mehrere cm im Verlaufe eines Tages) ausführte. Für diese Schwankungen ist besonders die Temperatur von Bedeutung, wie die folgende Tabelle zeigt.

---

[1]) A. URSPRUNG, Über die Kohäsion des Wasser im Farnannulus. Diese Berichte 1915 S. 153.

[2]) A. URSPRUNG, Diese Berichte 1915 S. 254.

	Steighöhe in cm	Lufttemperatur neben dem Verdunstungskörper.	
9h 35	102,45	19,1	
9h 38	98,8	22,5	Annäherung einer Flamme.
9h 40	95.2	25,2	
9h 42	97,6	23,0	
9h 45	101,9	21,1	
9h 47	103,7	20,5	
9h 50	106,3	20,2	
9h 52	107,3	20,1	

Diese Methode ist etwas umständlicher als die vorige, aber jedenfalls überzeugender und bietet, wenn nach Vorschrift verfahren wird, keine Schwierigkeiten. *Calamus* und *Clematis* sind für diesen Zweck natürlich nicht brauchbar, da das aufgestiegene Quecksilber in den Gefäßen hängen bleibt.

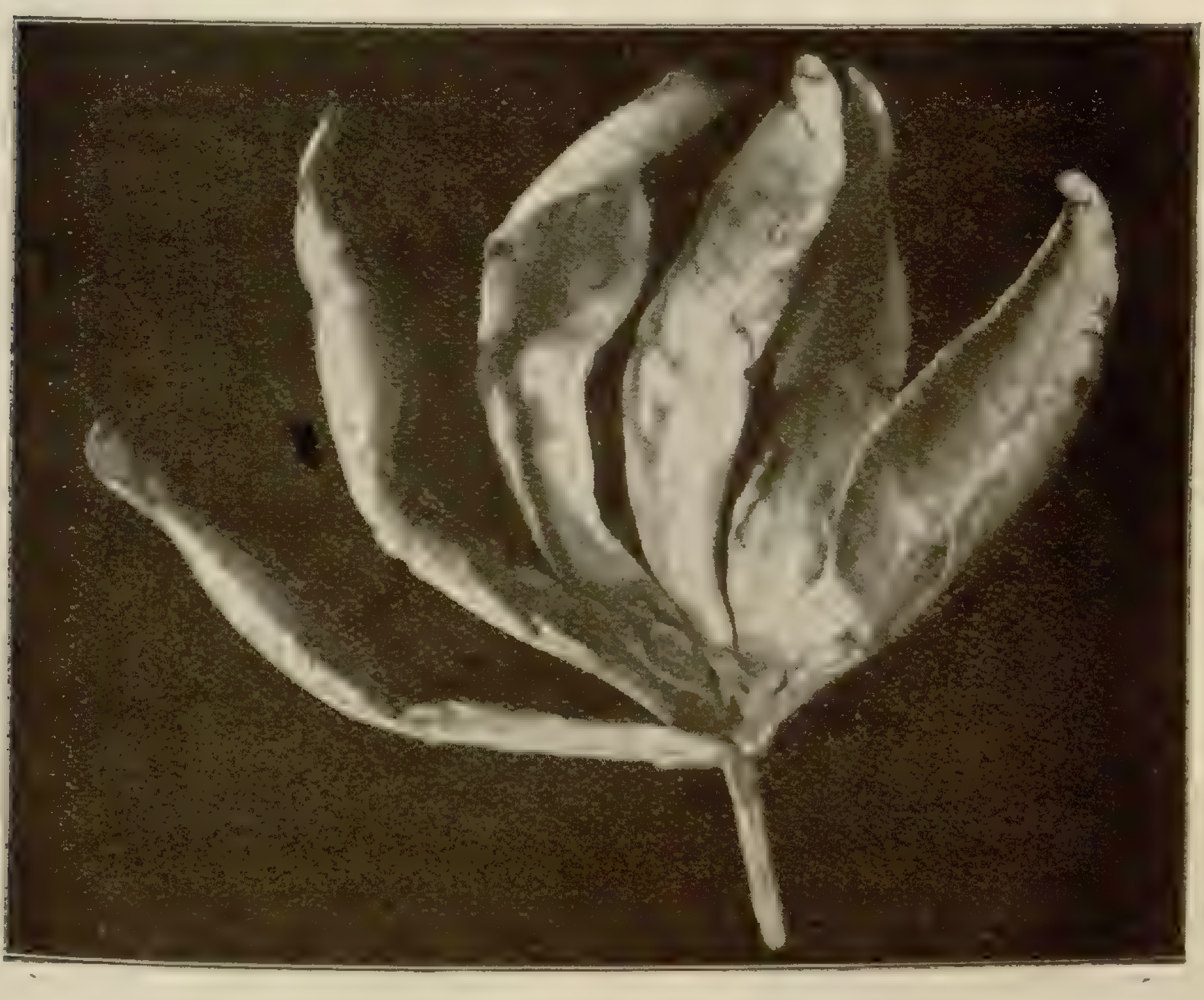
46. Theo. J. Stomps: Über Vergrünung der Blüte bei Solanum Lycopersicum.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 7. August 1916.)

Kürzlich machte Herr H. OLIÉ, Gärtnereibesitzer in Rockanje auf der Insel Voorne in Holland, mich auf eine sehr merkwürdige Mißbildung an einer seiner Tomatenpflanzen, wie er sie nie zuvor gesehen hatte, aufmerksam. Dort, wo — zu urteilen nach einem Vergleich mit anderen Pflanzen — der erste Blütenstand aus dem Stengel hätte zum Vorschein kommen sollen, saß nun ein becherförmiges Gebilde mit einem dicken Stiel und von ansehnlicher Größe. Ich habe es, nachdem es wider unseren Willen — da wir die weitere Entwickelung gerne verfolgt hätten — durch ein Versehen eines Gärtnerburschen abgeschnitten worden war, als Ganzes photographiert und bringe die Aufnahme hier zur Darstellung. Unsere Photographie gibt das Gebilde in etwa $^3/_4$ der natürlichen Größe wieder. Die wirkliche Länge der grünen, blattartigen Zipfel, in die der Becher geteilt war, betrug im Durchschnitt 8,5 cm. Den Stiel hat man sich natürlich etwas länger zu denken, als in der Photographie dargestellt.

Wie aus unserer Photographie deutlich hervorgeht, war die Zahl der Zipfel, die zusammen den Becher bildeten, sechs. Vier davon waren ganz frei von einander und den beiden übrigen Blättern oder berührten ihre Nachbarn nur in geringem Maße am Fuße. Die beiden anderen dagegen waren ungefähr bis zur Hälfte mit einander verwachsen, wie in unserer Abbildung links ebenfalls deutlich zu sehen ist. Dem Grunde des Bechers war ein kurzer junger Sproß mit einigen zarten grünen Blättchen entwachsen, der offenbar die Fortsetzung des Becherstieles bildete.



Die Frage bot sich natürlich sofort dar, wie dieses becherförmige Gebilde aufgefaßt werden sollte. Ich glaube die Antwort geben zu können und lasse sie hier folgen. Das becherförmige Gebilde stellt tatsächlich einen Blütenstand vor, aber einen Blütenstand, der nicht wie gewöhnlich mehrere Blüten, sondern nur eine einzige Blüte trägt. Der Kelch dieser Blüte ist sehr stark ausgewachsen und zu dem abgebildeten Becher geworden und die übrigen Blütenteile sind durch den beblätterten Sproß, der dem Grunde des Bechers entspringt und auch auf unserer Photographie sichtbar ist, vertreten.

Es fehlt mir nicht an Argumenten, um diese Behauptung zu begründen.

An erster Stelle darf als feststehend betrachtet werden, daß der Tomate das Vermögen zukommt, gelegentlich eine alleinstehende Blüte an die Stelle eines ganzen Blütenstandes treten zu lassen. Nicht, daß ich über die hier gemeinte, in systematischer Beziehung nicht unwichtige Erscheinung in der teratologischen Literatur etwas erwähnt finde, sei es für *Solanum Lycopersicum* oder für andere *Solanum*-Arten. Aber in diesem Sommer *Solanum nigrum* in einer größeren Anzahl von Individuen züchtend, treffe ich dabei zufälligerweise eine Pflanze, deren Stengel an zwei Stellen isolierte, übrigens ganz normale Blüten, anstatt der gewohnten Blütenstände trägt; m. E. eine bemerkenswerte Erscheinung, weil man wohl nicht so sehr an ein Verarmen der Infloreszenz, als vielmehr an ein als Anomalie Zustandekommen eines Zustandes, der für andere Solanaceae, *Atropa* z. B. und sogar für mehrere Arten von *Solanum* normal ist, denken muß. Wo nun die eine *Solanum*-Art das Vermögen hat, gelegentlich alleinstehende Blüten hervorzubringen, wird es, dünkt mich, der anderen nicht fehlen.

Übrigens kann man wohl beweisen, daß das becherförmige Gebilde den enorm ausgewachsenen Kelch einer einzigen Blüte vorstellt. Daß man bei unserem Becher sechs Zipfel zählt, während doch der Solanaceen-Kelch für gewöhnlich nur aus fünf Blättchen besteht, tut nichts zur Sache. Bekanntlich wechselt in der ganzen Familie der Solanaceae leicht die Zahl der Glieder in Kelch, Krone und Androecium. So sind nach PENZIG[1]) bei *S. Dulcamara* tetramere und hexamere Blüten nicht selten, bei *S. Melongena* polymere Blüten sogar sehr häufig. Ich selbst beobachtete in diesem Jahre zahlreiche sechszählige Blüten bei *S. nigrum*. Was namentlich *S. Lycopersicum* anbetrifft, so sagt PENZIG[2]): „Die Species ist durch große Variabilität der Blüthengliedzahl ausgezeichnet, und es gehört zur Ausnahme, wenn man auf einem Individuum nur normal fünfgliedrige Blüthen findet. Man kann an einfachen Blüthen bis zwölf Sepala, Petala und Stamina zählen, und im Pistil treten gelegentlich auch noch mehr Glieder auf, ohne daß es sich dabei um Verwachsung mehrerer Blüthen handelt.“ Die Hexamerie unseres Bechers liefert also sicher kein Bedenken gegen die Auffassung desselben als Kelch, spricht viel eher dafür und zwar aus dem folgenden Grunde. Es traf sich beim durchmustern einer größeren Anzahl von sechszähligen Blüten von *S. nigrum*, daß in der Regel zwei der Kelchblätter ungefähr bis zur Hälfte mit einander verwachsen sind, dadurch verratend, daß sie eigentlich zusammen gehören und durch Spaltung aus einem einzigen Kelchblatte hervorgingen. Oben ist aber darauf hingewiesen worden, daß zwei der Becherzipfel auch zu einem erheblichen Teile mit einander verwachsen waren. Es kommt mir vor, daß diese Tatsache hinreichend wichtig ist, um den Beweis darin zu erblicken, daß der Becher tatsächlich nichts anderes als ein stark ausgewachsener Kelch ist.

---

[1]) O. PENZIG, Pflanzen-Teratologie, Bd. II, S. 171.

[2]) l. c., S. 169.

Die drei oder vier grünen Blättchen in seinem Grunde stellen dann natürlich die übrigen Blütenteile dar. Merkwürdigerweise verrieten sie durch nichts ihre wahre Natur und ich vermag also nicht zu entscheiden, ob sie z. B. die Petalen oder etwa die Staubblätter vertraten.

Das Ganze darf aufgefaßt werden als ein interessanter Fall von Vergrünung der Blüte, interessant wegen der bedeutenden Größe, die die Blüte erreicht, und auch darum, weil, so viel ich weiß, bis jetzt nur ein einziges Mal Vergrünung der Blüten bei der Gattung *Solanum* konstatiert wurde, nämlich von FL. TASS bei *S. Dulcamara*[1]). Ich zweifle nicht daran, daß sich ähnliche Erscheinungen, wie die hier beschriebene, auch bei anderen *Solanum*-Arten werden beobachten lassen, wenn nur recht zahlreiche Pflanzen untersucht werden.

---

1) Zitiert nach PENZIG, S. 171.

47. Peter Stark: Untersuchungen über Traumatotropismus.

(Mit 11 Abbildungen im Text.)
(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 23. August 1916.)

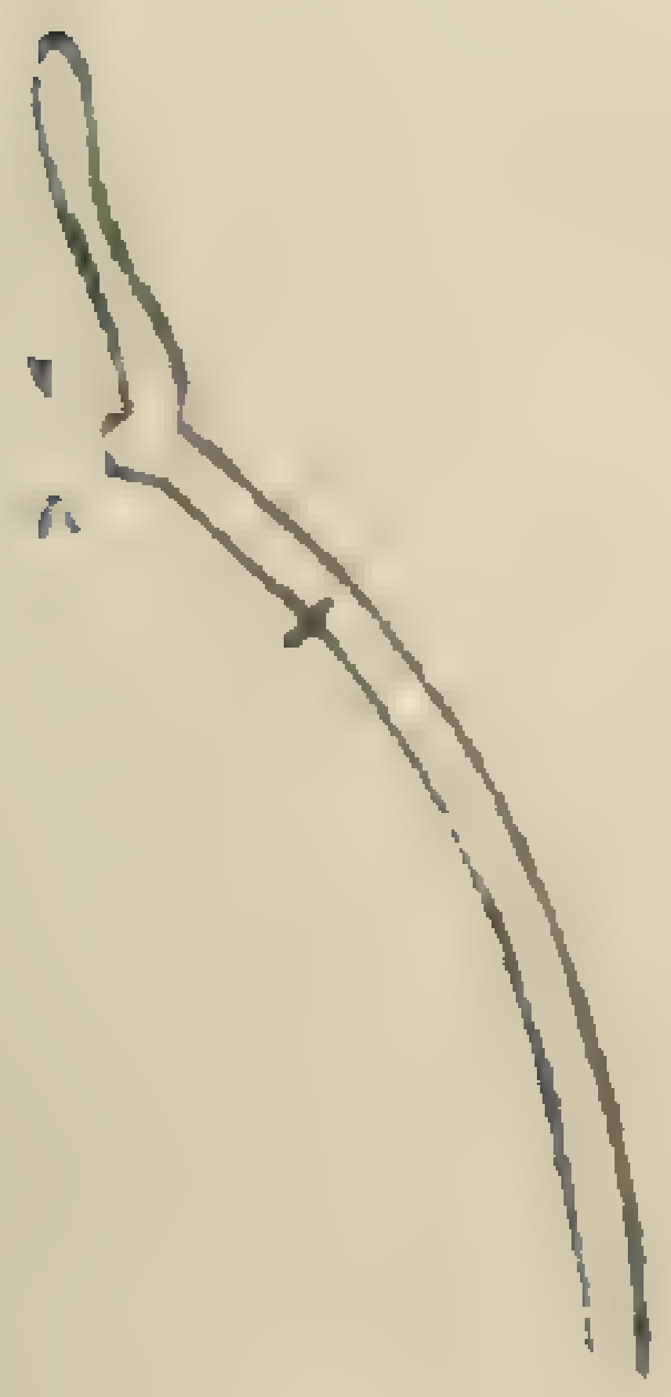
Seitdem DARWIN seine bekannten Untersuchungen über die Empfindlichkeit der Wurzelspitze für traumatische Reize veröffentlichte, ist über diesen Gegenstand viel gearbeitet und geschrieben worden, so daß wir von dem Traumatotropismus der Wurzeln ein ziemlich scharf umrissenes Bild zeichnen können. Dagegen hat man versäumt, andere Organe in systematischer Weise auf ein derartiges Verhalten zu untersuchen. Fingerzeige dafür, daß verwandte Erscheinungen auch anderswo auftreten, gibt es da und dort. SCHÜTZE fand, daß bei jungen Keimlingen von *Lupinus albus* durch Wurzelverletzung Krümmungen im Hypokotyl erzielt werden können, FITTING bespricht ausführlich tropistische Reaktionen, die bei einseitigen Einschnitten in die *Avena*koleoptile zutage treten; SPERLICH und HEIDMANN endlich berichten von ähnlichen Reizerfolgen, die bei Dicotyledonenkeimlingen dann erzielt wurden, wenn das Hypokotyl mit einer Kerbe versehen oder ein Keimblatt entfernt oder in bestimmter Weise verletzt wurde Jedoch lag in diesen Fällen die Möglichkeit vor, daß die Krümmung durch Korrelationen oder Ernährungseinflüsse mitbedingt, also nicht rein traumatisch war. Um diese Verhältnisse zu klären und um überhaupt die Verbreitung des Traumatotropismus im Pflanzenreich zu ermitteln, wurden die folgenden Untersuchungen angestellt. Es soll hier aber nur ein vorläufiger Überblick gegeben werden. Hinsichtlich der ausführlichen Literatur verweise ich auf die Hauptarbeit. Die Experimente wurden im botanischen Institut in Leipzig ausgeführt. Die allgemeine Versuchsmethodik war dieselbe wie bei meinen Untersuchungen über Haptotropismus.

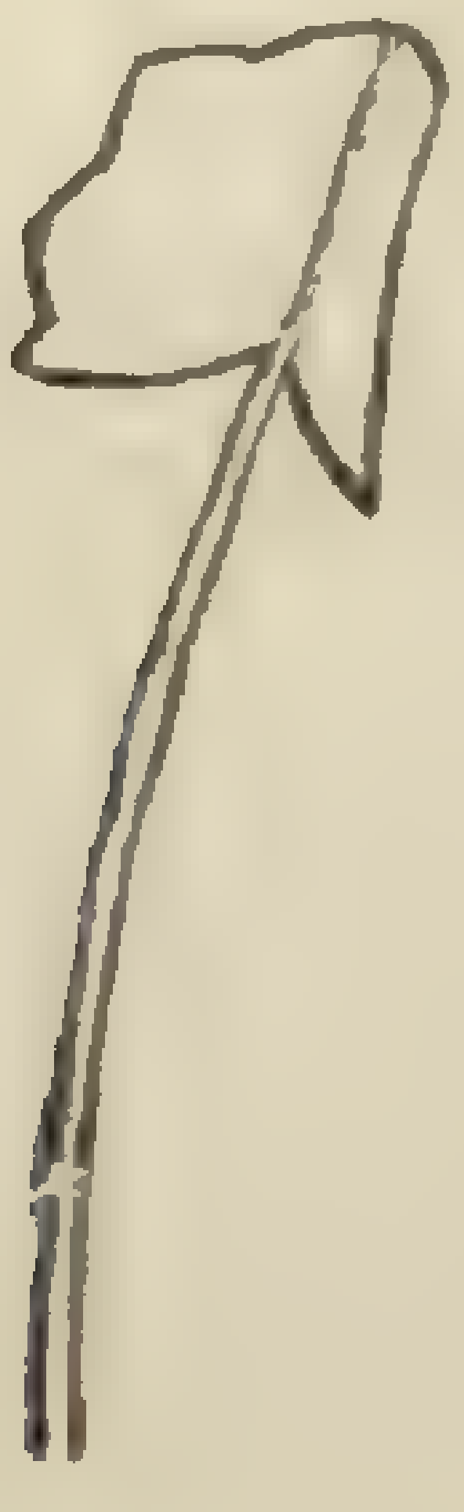
I. Entfernung von Organen und Organteilen.

1. Keimpflanzen.

In Übereinstimmung mit HEIDMANN wurden bei verschiedenen Dicotyledonenkeimlingen *Agrostemma, Cucurbita, Helianthus, Linum, Lupinus, Ricinus, Silybum*) im Keimstengel positive, nach der Wundstelle gewendete Krümmungen erzielt, wenn das Hypokotyl eines seiner Keimblätter beraubt wurde. Die Reaktion erschien nach

2 bis mehr Stunden und blieb bei manchen Arten dauernd erhalten, während bei anderen ein ± weitgehender Rückgang bis zur Geradstreckung eintrat. Lichtkulturen geben im allgemeinen bessere Resultate; *Lupinus*, *Helianthus* und *Sinapis* liefern im Dunkeln überhaupt nur zweifelhafte Krümmungen; *Phaseolus vulgaris* bleibt sowohl im Dunkeln als auch im Licht gerade. Wird nur die vordere Hälfte des Kotyledo abgeschnitten, dann erscheinen nur schwache Reaktionen (*Silybum*, *Agrostemma*) oder sie fehlen überhaupt. (*Lupinus*, *Helianthus.*) Entfernt man erst den einen Kotyledo, und dann, wenn die Reaktion eingetreten ist, den zweiten, dann erfolgt höchstens Geradstreckung, keine Umkehr der Krümmungsrichtung. Wichtig für die theoretische Interpretierung ist folgender Versuch: Hypokotyle von *Silybum* wurden wenig unterhalb des einen Keimblatts mit einem tiefen Einschnitt versehen, in den zur Unterbrechung des Reservestoffstroms ein Glimmerblättchen geschoben wurde. Entfernt man nun, nachdem sich die durch den Eingriff bedingte Krümmung ausgeglichen hat, den darüberstehenden Kotyledo, dann krümmt sich das ganze Hypokotyl, obwohl in diesem Fall durch den zweiten Eingriff auf der Wundflanke kein weiterer Entzug von Reservematerialien hervorgerufen werden kann. Dies spricht gegen die Deutung, die HEIDMANN seinen Versuchen gegeben hat (Abb. 1).


1


2

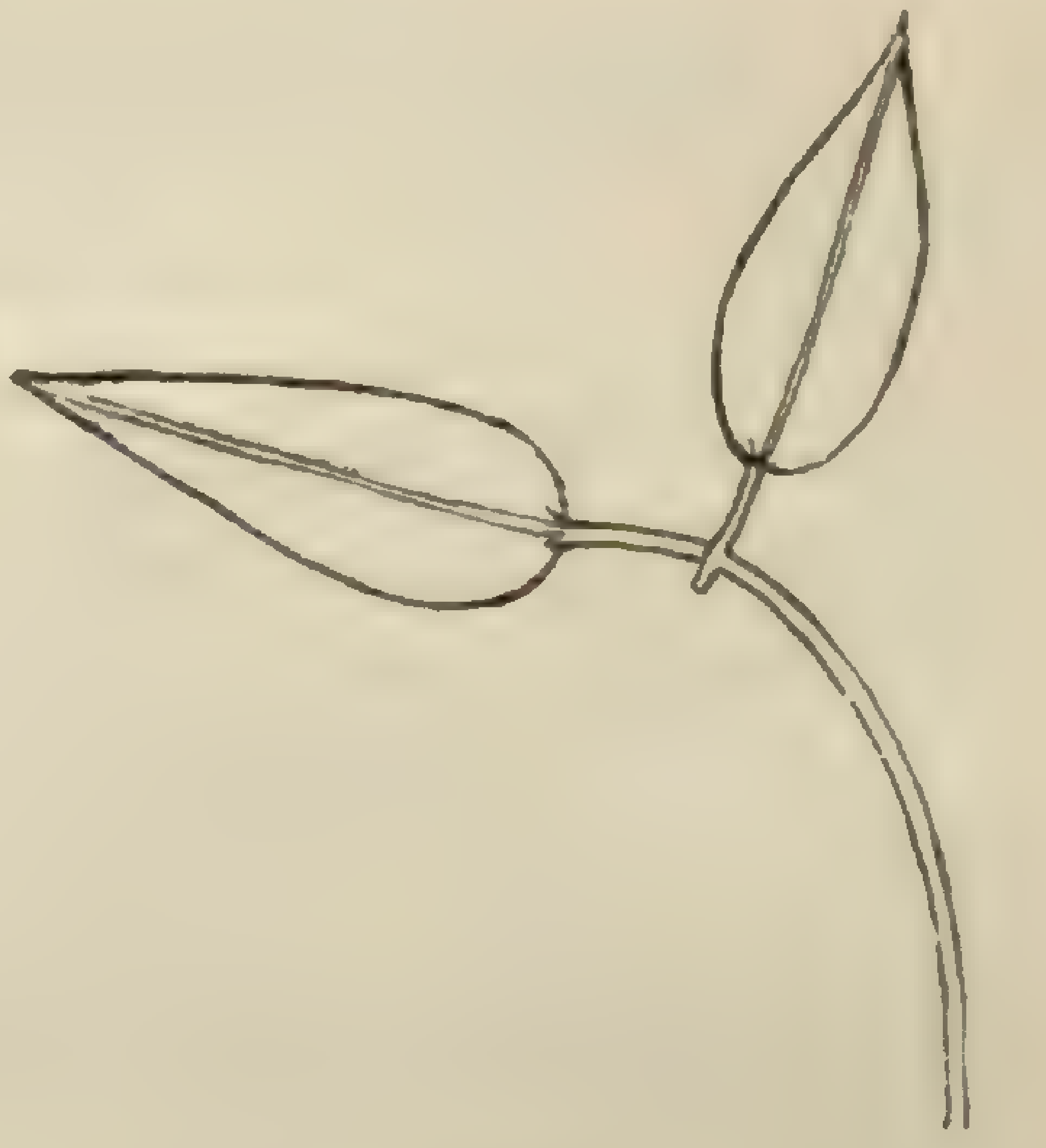

3

Abb. 1. Erklärung im Text. Abb. 2. *Ficaria ranunculoides.* Lamina halb abgeschnitten. Abb. 3. *Clematis Lucie Lemoine.* Fiederblättchen abgeschnitten.

2. Ältere Pflanzen.

Entsprechende, ebenfalls stets positiv gerichtete Reaktionen können auch bei älteren Pflanzen hervorgerufen werden, und zwar durch die verschiedenartigsten Eingriffe:

1. Durch Entfernen der einen seitlichen Laminahälfte eines ungeteilten Blattes; dann krümmt sich entweder bloß der Laminarest der Wundflanke zu, was man rein mechanisch durch lokale Wachstumshemmung erklären könnte (*Diplacium ceylanicum*) oder aber auch der Blattstiel beteiligt sich an der Reaktion (*Viola odorata, Ficaria ranunculoides* (Abb. 2).

2. Durch einseitiges Entfernen der Fiederchen eines gefiederten Blattes; diese Reaktionen sind im Pflanzenreiche ungemein verbreitet; besonders günstige Versuchsobjekte stellen *Clematis*arten dar (Abb. 3), ferner Rosaceen, Papilionaceen und Umbelliferen.

3. Durch das Abschneiden eines Blattes (*Sonchus palustris*) oder einer Blattzeile (*Ludovica palustris, Diervillea florida, Plectranthus glaucocalyx*). Die Krümmung wird vom Sproß vollzogen und pflanzt sich mitunter 1 dm weit im Stengel fort (*Clematis paniculata* u. a.).

4. Durch das Abschneiden einer Astzeile (*Pilea callitrichoides*).

5. Durch einseitiges Beschneiden einer Infloreszenz (*Lathyrus latifolius*, zahlreiche Umbelliferen).

Näher untersucht wurde der Krümmungsvorgang bei den Fiederblättern. Die Reaktionen erscheinen auch im Dunkeln *Rosa sp.*) und unter Wasser (*Cl. vitalba, Cl. tubulosa*), sind also unabhängig von der Assimilation und vom Welken. Bei Pflanzen mit opponierten Blättern treten oft sehr interessante Reizleitungen zutage. Schneidet man beispielsweise bei *Clematis vitalba* oder *Cl. tubulosa* nur bei einem Blatt die Fiederchen ab, dann vollzieht vielfach auch das gegenüberstehende Blatt synchrone Krümmungen nach der entsprechenden Seite. Werden beide Blätter auf derselben Flanke beschnitten, dann greift die Krümmung häufig sowohl akropetal als auch basipetal auf den Stengel über, so daß sich der gesamte Sproß nach der verletzten Seite überneigt. (*Sambucus nigra, Clematis vitalba.*)

II. Verschiedenartige Blattverletzungen.

Es handelte sich zunächst darum festzustellen, ob es notwendig ist, zur Erzielung einer Reaktion ganze Blätter oder Blatteile zu entfernen, oder ob es schon genügt, die Lamina in irgendwelcher Weise zu verletzen. Besteht doch die Möglichkeit, daß für den Eintritt der Krümmung weniger das Vorhandensein der Wunde als das Fehlen eines Organs oder Organteils maßgebend ist. Schon SPERLICH und HEIDMANN haben entsprechende Versuche angestellt, auf die ich aber an dieser Stelle nicht eingehen will. Meine eigenen Experimente mit Keimpflanzen verliefen der Mehrzahl nach negativ. Keimlinge von *Lupinus* und *Sinapis* konnten weder durch mehrfaches Durchstechen, noch auch durch Ansengen und Anätzen der Lamina mit glühenden Glasstäben und Höllenstein zu Krümmungen veranlaßt werden. Dagegen war bei *Agrostemma*, *Cannabis* und *Linum* eine solche Reizung mit Höllenstein von schwachem Erfolg begleitet.

Die Versuche mit älteren Pflanzen erstreckten sich hauptsächlich auf gefiederte Blätter und führten zu folgenden Ergebnissen. Einschnitte in die Spitze der Fiederblättchen sind fast ausnahmslos ohne jede Wirkung. Werden jedoch die Seitenfiederchen (oder die seitliche Hälfte eines ungeteilten Blattes) siebartig durchlöchert, dann treten mitunter ausgeprägte positive Krümmungen zutage (*Clematis tubulosa*, *Dicentra spectabilis*, *Viola odorata*). Die besten Reizerfolge erhält man aber dann, wenn man den Hauptnerv eines Fiederblättchens (*Clematis*- und *Rosa*arten, *Clutea arborescens* (Abb. 4) oder die Seitennerven eines ungeteilten Blattes) (*Viola odorata*, *Acer pseudoplatanus*) durchschneidet. Darnach könnte es scheinen, daß in erster Linie die Unterbrechung der Leitungsbahnen für die Wundreaktionen verantwortlich zu machen sei, wir werden jedoch bald sehen, daß dies nicht zutrifft.

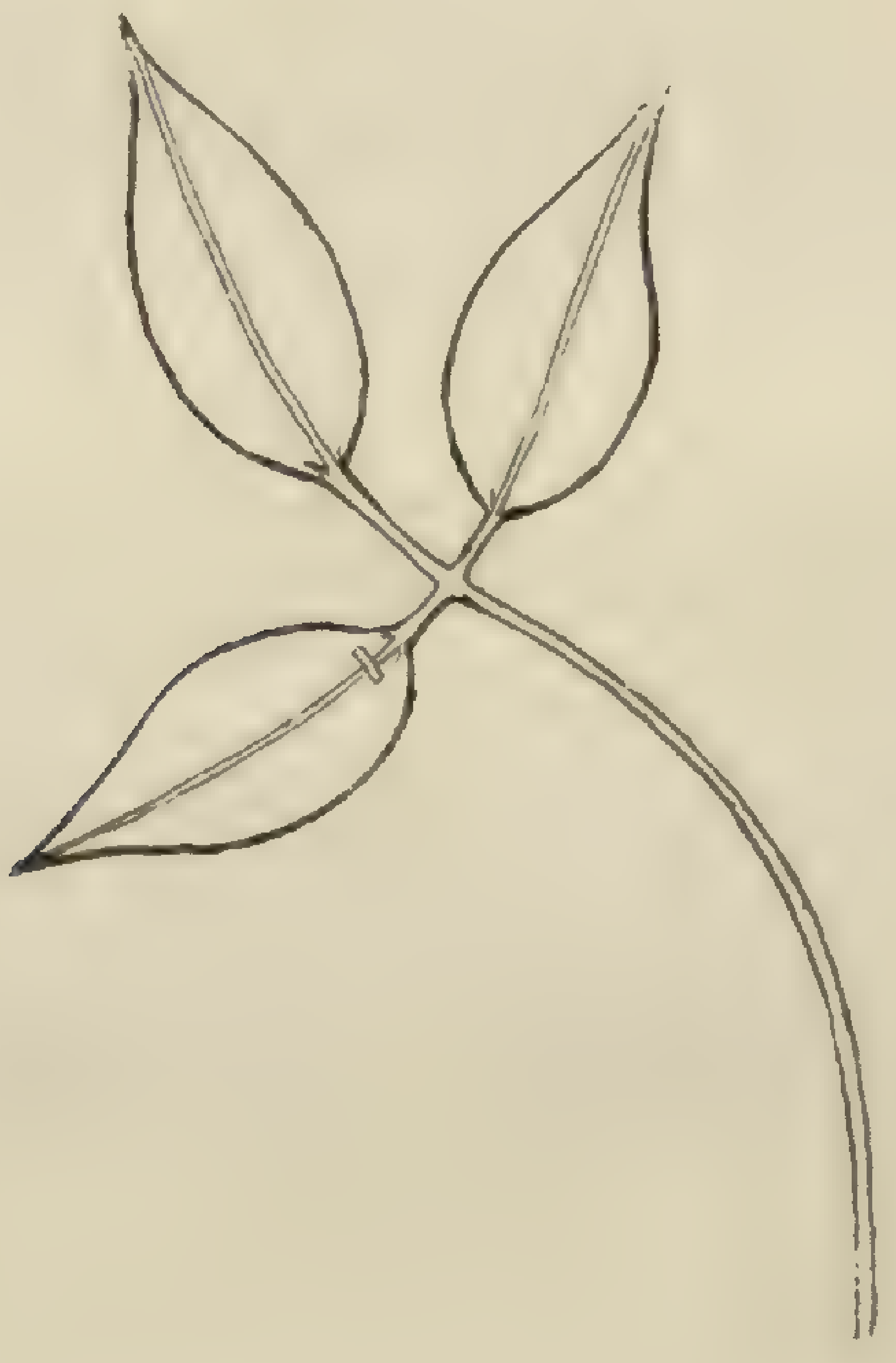
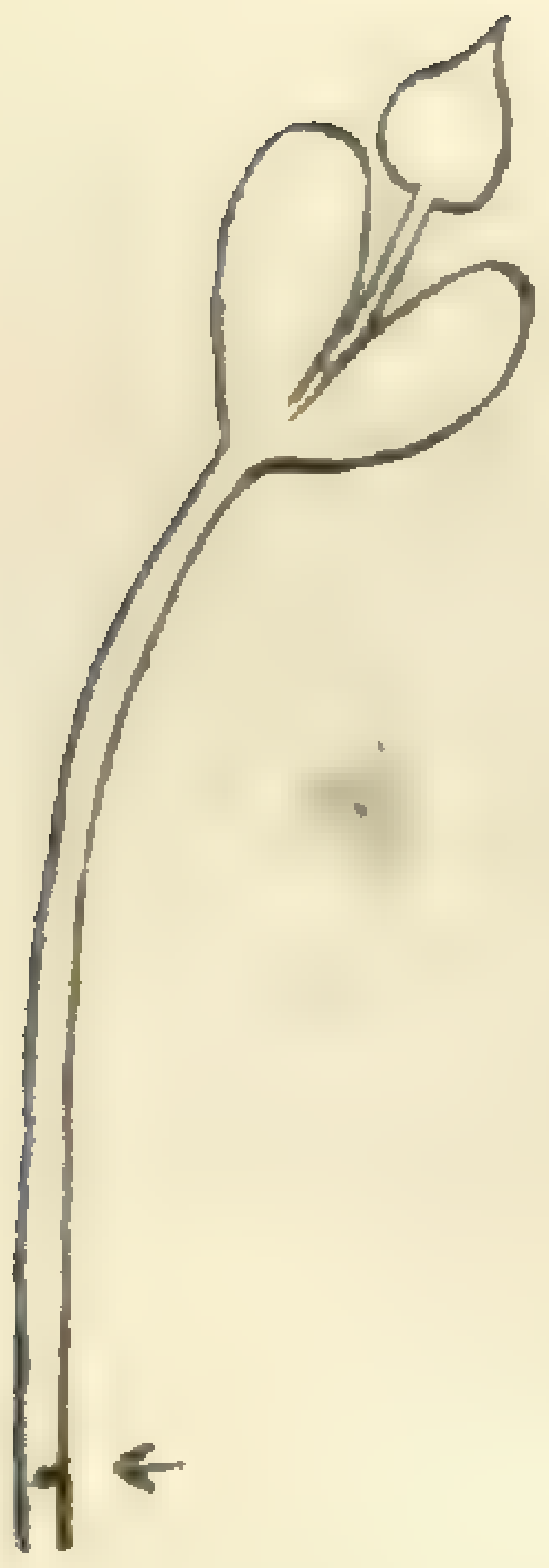


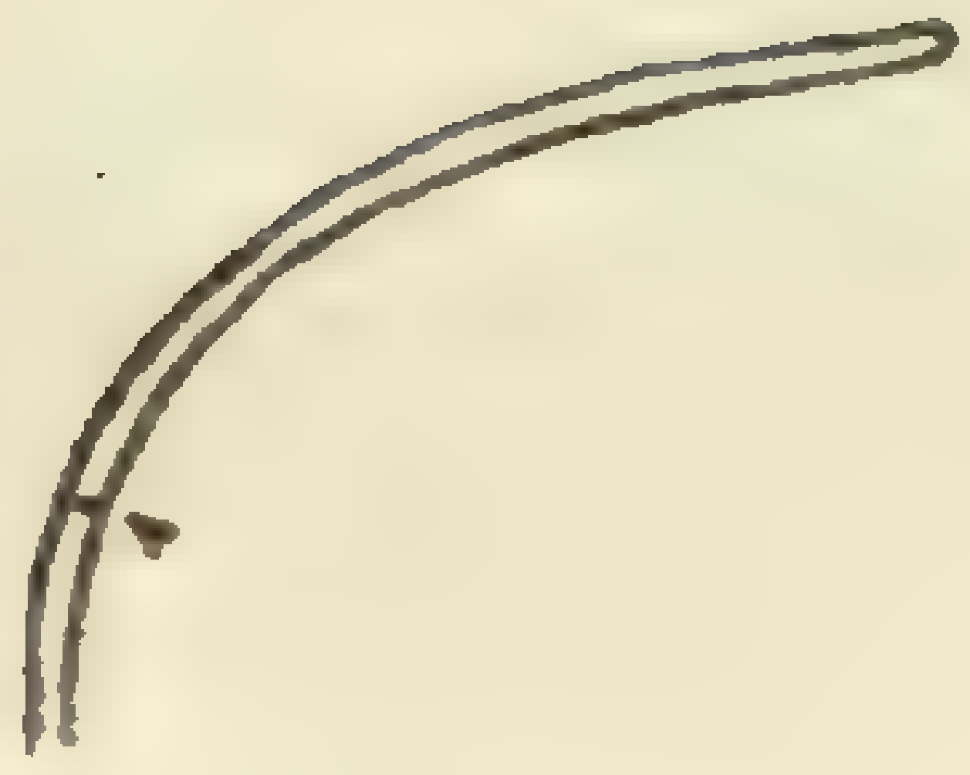
Abb. 4. *Clematis Lucie Lemoine.* Nerv eines Seitenfiederchens durchschnitten.

III. Quereinschnitte in Axenorgane und Gramineenkeimscheiden.

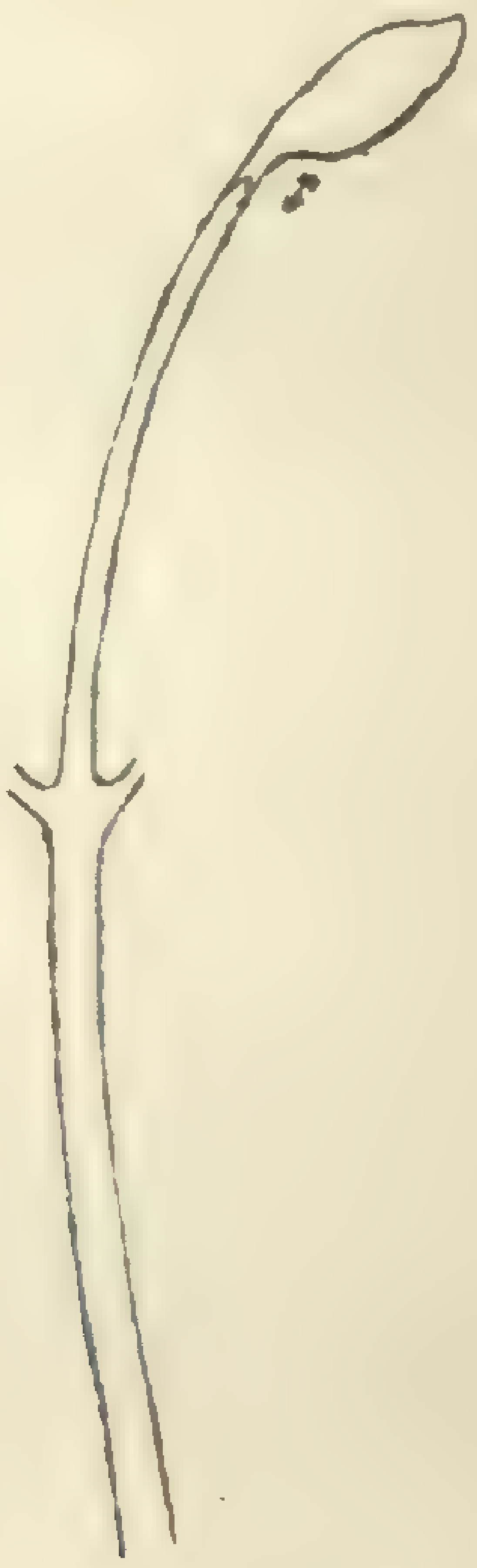
Wenn man das Hypokotyl von Dicotyledonenkeimlingen etwas unterhalb der Keimblätter durch einen einseitigen Einschnitt verletzt, so tritt bei allen daraufhin untersuchten Arten eine Krümmung nach der Wundflanke ein. Ein besonderes Ausmaß erreichen diese Reaktionen bei etiolierten Keimlingen im Dunkeln, und hier schreiten sie gewöhnlich bis zur Hypokotylbasis fort. Die Reaktionszeit und der Krümmungsausgleich sind von Art zu Art verschieden, jedoch spielen sich die gesamten Prozesse wesentlich schneller ab, als bei Entfernung eines Keimblatts. Die Lage der Kerbe zur Insertionsstelle der Kotyledonen hat keinen Einfluß auf den Krümmungsverlauf. Legt man den Einschnitt an die Basis des Hypokotyls, dann schreitet die Reaktion spitzenwärts bis zu den Kotyledonen fort. War die Stengelbasis schon ausgewachsen, dann bleibt sie gerade, bloß die Spitze krümmt sich und Reaktionszone und Perzeptionszone sind getrennt (analog wie beim Haptotropismus) (Abb. 5).



5



6



7

Abb. 5. *Phaseolus vulgaris.* Kerbe basal. Abb. 6. *Avena sativa.* Kerbe basal
Abb. 7. *Clematis Jackmanni.* Sproßspitze mit Höllenstein gereizt.

Ganz entsprechend verhalten sich auch Epikotyle (*Phaseolus multiflorus*, *Vicia Faba*) und Gramineenkeimscheiden (*Avena*, *Secale*, *Triticum*, *Hordeum*) (Abb. 6). Stellt man die Gramineenkulturen unter Wasser, so daß etwa 1 cm in die Flüssigkeit eintaucht, und bringt dann nach einigen Stunden unter dem Wasserspiegel eine Kerbe bei, dann erscheinen die Reaktionen ohne sichtbare Dämpfung.

Im wesentlichen übereinstimmend verliefen auch die Experimente mit älteren Pflanzen. Die Wirksamkeit von Einschnitten wurde sowohl bei Blattstielen (*Ribes rubrum*, *Viola odorata*) als auch bei Sprossen (*Clematis vitalba*) festgestellt. Dabei zeigten sich mitunter auffällige Reizleitungen von 1 dm und mehr (Blattstiele von *Aralia racemosa*, Sprosse von *Clematis paniculata*) (Abb. 7). Erwähnung verdient, daß bei *Sambucus nigra* sich auch die Blattstiele an der Reaktion beteiligten, wenn unterhalb ihrer Ansatzstelle — und zwar senkrecht zur Insertionsebene — im Sproß eine Kerbe angebracht wurde.

IV. Längskerben, oberflächliche Verletzungen und Stiche bei Axenorganen und Gramineenkeimscheiden.

Die Quereinschnitte, über deren Wirksamkeit soeben berichtet wurde, waren so tief, daß dadurch sicher die Leitungsbahnen der verletzten Flanke mehr oder minder weitgehend unterbrochen wurden. Ist ein solcher Eingriff zur Erzielung von traumatotropischen Reaktionen notwendig? Zur Klärung dieser Frage wurden einige weitere Versuche angestellt. Die Quereinschnitte wurden zunächst durch ebenso tiefgehende Längskerben ersetzt. Sowohl bei Hypokotylen (*Lupinus*, *Helianthus*, *Phaseolus vulgaris*, *Cucurbita*) als auch bei Koleoptilen (*Avena*, *Triticum*, *Hordeum*) erfolgten auch in diesem Fall starke Krümmungen, die in derselben Weise auf nicht gereizte Zonen übergriffen. Bei *Sorghum saccharatum* erschien die Reaktion nicht in der verletzten Koleoptile selbst, sondern an der Spitze des Hypokotyls. Ähnlich war der Erfolg, wenn der Keimstengel von *Phaseolus vulgaris* auf der einen Flanke mehrmals mit einer feinen Nadel gestochen wird. Ja sogar ein einmaliger Einstich von 1 mm Tiefe führte noch bei über der Hälfte der Individuen zu deutlichen, die ganze Wachstumszone ergreifenden Reaktionen. Aber auch bei diesen Versuchsanordnungen sind wenigstens lokale Verletzungen der Gefäßbündel anzunehmen. Deshalb wurde in weiteren Experimenten mit einem scharfen Rasiermesser ein Stückchen Epidermis mit nur wenigem darunter liegenden Gewebe entfernt. Auch hier waren positive Resultate zu verzeichnen, die nicht ausblieben, wenn die Wunde mit einem nassen Wattebausch umwickelt wurde (*Phaseolus vulgaris*).

V. Brand- und Aetzwunden.

1. Brandwunden.

Schon DARWIN fand, daß die traumatotropischen Reaktionen der Wurzeln nicht nur durch Einschnitte, sondern auch durch Brennen und Aetzen mit Höllenstein hervorgerufen werden können. Dasselbe gilt auch für die hier behandelten pflanzlichen Organe. Über die Brandwunden, die durch kurze Berührung mit einem glühenden Glasstab erzielt wurden, kann ich mich, da hierbei nichts wesentlich neues zutage trat, kurz fassen. Im allgemeinen war der Erfolg schwächer als bei Quereinschnitten. Jedoch konnten auch hier sowohl basipetale als auch akropetale, mehrere cm umfassende Reizleitungen beobachtet werden. (*Vicia Faba. Helianthus.*)

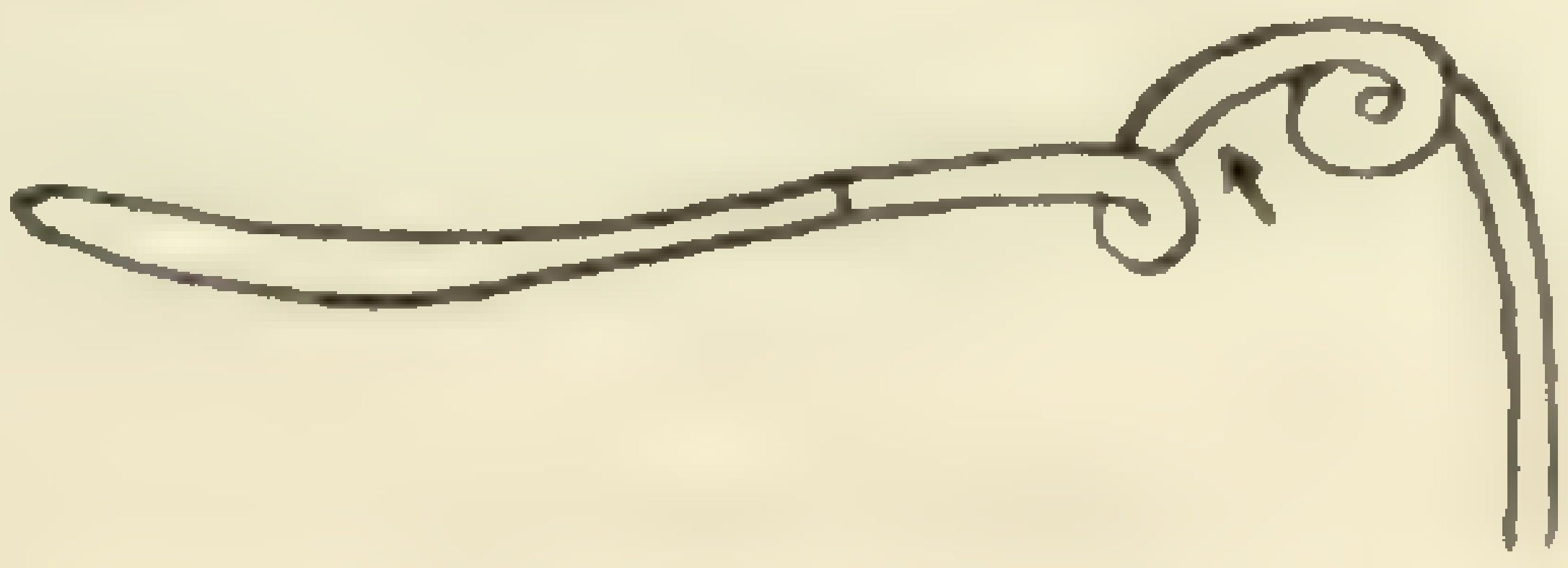


Abb. 8. *Sorghum vulgare.* Hypokotyl mit Höllenstein betupft.

2. Aetzwunden.

Im Gegensatz zu den Brandwunden waren Aetzwunden bei den meisten Objekten von dem höchsten Wirkungsgrad und führten bei den Gramineen zu viel stärkeren Ausschlägen als Quereinschnitte. Bei *Avena* genügt schon ein einmaliges Betupfen mit dem Höllensteinstift, um deutliche Reapositiv traumatotropische ktionen zu erzielen. Mehrmaliges Betupfen verursacht bei *Panicum* und *Sorghum* vielfach ganz eigenartigespiraligeKrümmungenundmehrfache Schlingenbildungen, die an entsprechende Bilder bei Wurzelspitzen erinnern, nur daß hier der Drehungssinn umgekehrt ist. (Abb. 8.) Im Zusammenhang mit dieser hohen Sensibilität steht die sehr kurze Reaktionszeit (bei *Avena* mitunter bloß 10 Minuten), ferner die bedeutenden Reizleitungsvorgänge, die insbesondere bei den Gramineen

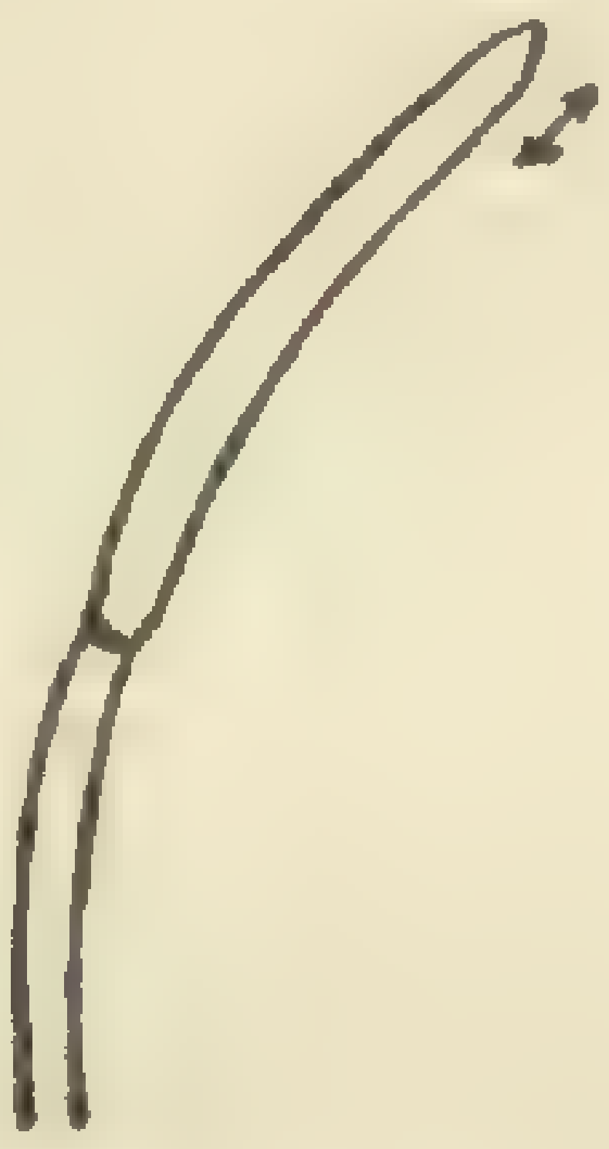


Abb. 9. *Zea Mays.* Spitze mit Höllenstein betupft.

binnen kürzester Frist die ganze Wachstumszone mit in die Reaktion einbeziehen, gleichgültig an welcher Stelle die Verletzung beigebracht wurde. Bei Gramineen mit stark ausgebildetem Hypokotyl schreitet die Krümmung ungehindert über die Grenze von Hypokotyl und Koleoptile fort. (Abb. 9.) Gewöhnlich zeigt die Koleoptile eine viel geringere Reizempfindlichkeit, und so kann es kommen, daß bei lokaler Aetzung der Koleoptile der Reizerfolg bloß im Hypokotyl zutage tritt, wie ich dies ja auch häufig beim Haptotropismus beobachtet habe (*Panicum*, *Sorghum*). Die Wirkung einseitigen wiederholten Betupfens oder Streichens mit Höllenstein wird nicht in wahrnehmbarer Weise gehemmt, wenn haptotropisch gegengereizt wird.

Die Versuche mit älteren Pflanzen führten besonders bei verschiedenen *Clematis*sprossen zu schönen Ergebnissen. Auch hier konnte, wie bei einseitigen Einschnitten in den Sproß, ein Übergreifen der Reaktion auf die Blattstiele ermittelt werden.

VI. Reizung alternierender Flanken.

Reizt man gegenüberliegende Punkte des Keimstengels oder der Koleoptile mit derselben Intensität, indem man gleich tiefe Kerben anbringt, oder gleich oft mit Höllenstein betupft, dann bleibt eine Krümmung aus. Bloß dann, wenn der Wundreiz abgestuft wird, erfolgt wie bei den Wurzeln eine Reaktion im Sinne der stärkeren Reizung. Ebenso tritt eine Krümmung gewöhnlich dann ein, wenn sich bei gleich starker Dosierung die beiden verletzten Punkte der opponierten Flanken nicht genau gegenüberliegen, sondern einen gewissen vertikalen Abstand voneinander besitzen. Jedoch zeigten in dieser Hinsicht Gramineen- und Dicotyledonenkeimlinge keine völlige Uebereinstimmung. Bei den Dicotyledonen erfolgte bei gegensinniger Reizung der Spitze und der Basis meist nur Reaktionen im Sinne der Spitzenreizung, die sich aber der Mehrzahl nach auf die Nachbarschaft der Wundstelle beschränkten (*Sinapis, Vaccaria).* Offenbar also gelangt der basale Reiz infolge des von der Spitze zugeleiteten gegensinnigen nicht zum Austrag. Ganz ohne Wirkung ist er jedoch nicht, denn erstlich verhindert er die Spitzenkrümmung daran, in basalere Regionen hinabzugreifen und ferner setzt er die Zahl der überhaupt auftretenden Spitzenkrümmungen herab. Bei den Gramineen begegnen wir etwas anderen Verhältnissen. Aus der großen Anzahl der Versuche seien hier nur ganz wenige herausgegriffen. Wir müssen hier den *Avena*typus (mit nur unbedeutendem oder fehlendem Hypokotyl) von dem *Panicum*typus (mit stark ausgebildetem Hypokotyl) unterscheiden.

Beginnen wir mit dem *Avena*typus, und zwar mit *Hordeum*. Werden Gerstenkeimlinge bloß an der Spitze oder bloß an der Basis der Koleoptile gereizt, dann tritt in beiden Fällen etwa bei $^2/_3$ aller Individuen eine positiv traumatotropische Reaktion ein, doch erweist sich die letztere Art der Verwundung insofern als wirksamer, als hier bei fast sämtlichen Keimlingen die Krümmung bis in die Spitze fortschreitet, während eine solche Leitung im ersten Fall nur bei einer Minderzahl eintritt. Im Einklang damit steht der Erfolg bei gegensinniger Reizung von Spitze und Basis. Abgesehen von einer einzigen Spitzen- und einer S-Krümmung verlief der Versuch, der mit 41 Individuen angestellt wurde, annähernd so, wie wenn bloß die Basis gereizt worden wäre. Es erschienen 25 Reaktionen im Sinne der Basis, von denen sich 15 bis zur Spitze ausbreiteten. Dieses Verhalten ist dem von *Sinapis* und *Vaccaria* gerade entgegengesetzt. Daß es sich hier nicht um einen Zufall handelt, ist aus der Tatsache zu ersehen, daß die Experimente mit *Secale*, *Avena* und *Triticum* sich in genau derselben Weise abspielten. Offenbar also muß die Sensibilität der Basis weit größer sein, da ein oft von 3 cm zugeleiteter Reiz einen ebenso starken in der Perzeptionszone auszulöschen vermag. Rückt man die Wundstellen etwas näher aneinander, dann erscheint das Bild nicht so einheitlich, die Reaktionen im Sinne der Basis zeigen noch ein deutliches Übergewicht, es gesellt sich aber ein kleiner Prozentsatz entgegengesetzter Krümmungen und vereinzelte S-Kurven dazu.

Etwas komplizierter liegen die Verhältnisse beim *Panicum*typus. Hier liegt die maximale Empfindlichkeit in der obersten Zone des Hypokotyls; die Reizung der Hypokotylspitze hat den größten Erfolg und die Reaktion pflanzt sich sehr stark basalwärts fort. Die Koleoptile wird ihrem geringen Wachstum entsprechend nur in beschränktem Maße in die Krümmung mit einbezogen. Aber auch dann, wenn die Koleoptile oder die Hypokotylbasis lokal gereizt wird, dann erscheint die Reaktion gewöhnlich in der Hypokotylspitze, und sie erreicht auch hier ihr stärkstes Ausmaß, so daß man einem solchen Keimling schwer ansehen kann, wo er gereizt wurde. Reizt man nun Koleoptile und Hypokotylspitze gegensinnig, so gestaltet sich der Krümmungsverlauf so, wie wenn bloß das Hypokotyl gereizt worden wäre (*Sorghum saccharatum*). Erstreckt sich die gegensinnige Verwundung auf Koleoptile und Hypokotylbasis, dann ist das Krümmungsbild in den Anfangstadien ganz ähnlich. Die überwiegende Mehrzahl der Reaktionen folgt dem basalen Reiz, nur wenige entsprechen der Spitzenverwundung. (*Panicum miliaceum*, *Sorghum vulgare*). Beide machen sich aber hauptsächlich in der Hypokotylspitze, also fern vom Perzeptionsort geltend. (Abb. 10.) Interessant ist nun der weitere Verlauf des Versuches. Die Krümmungen im Sinne der Basis gehen mehr und mehr zurück, dagegen treten mit einiger Verspätung solche im Sinne des Koleoptilreizes auf, ebenfalls vorwiegend in der Hypokotylspitze. Es verdient Erwähnung, daß bei ein und demselben Keimling die Reaktion in dieser Weise umschlagen kann. Man könnte diese Vorgänge durch verschieden schnelle Leitung in akropetaler und basipetaler Richtung erklären. Abgesehen davon aber, daß der Weg von der Koleoptile zur Hypokotylspitze viel geringer ist, als der von der Basis zur Spitze des Hypokotyls, ist dagegen geltend zu machen, daß in Versuchen mit alleiniger Reizung der Koleoptile und Hypokotylbasis eine solche

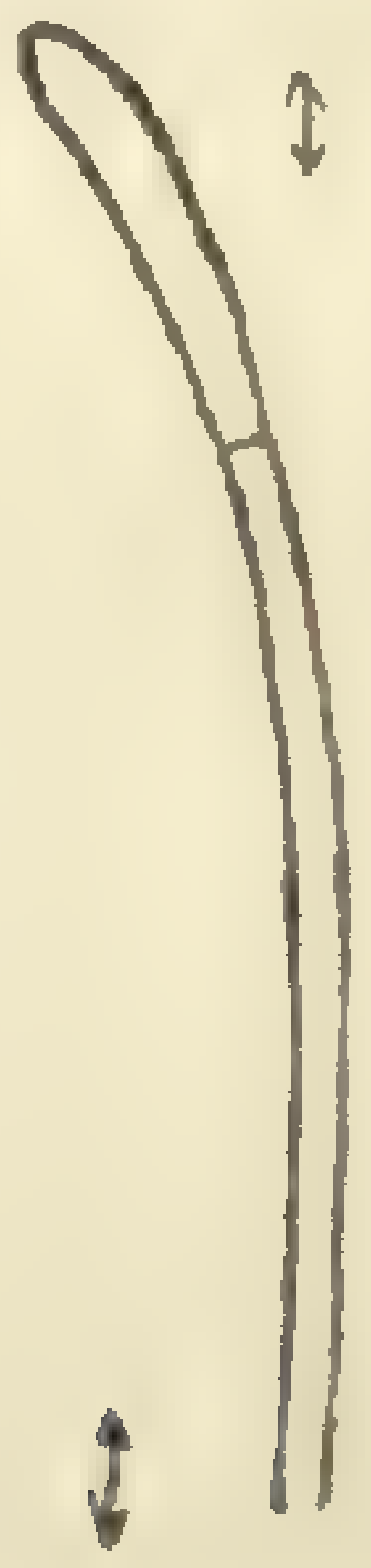


Abb. 10. *Sorghum vulgare.* Gegensinnig mit Höllenstein gereizt.

Verschiedenheit nie in auffälliger Weise zutage trat. Wir gelangen somit zum Schlusse, daß bei gegensinniger Reizung der Koleoptile und Hypokotylbasis zuerst — der stärkeren Empfindlichkeit des Hypokotyls entsprechend — der basale Reiz zum Austrag kommt und erst dann beim Ausklingen der Erregung der solange in der Koleoptile aufgesparte Spitzenreiz. Bei gegensinniger Reizung von Hypokotylspitze und Koleoptile jedoch ist die Differenz der Sensibilitäten so groß, daß die Spitzenreizung überhaupt ausgelöscht wird. Auf das etwas verschiedene Verhalten von Phalaris und Zea will ich an dieser Stelle nicht eingehen.

VII. Versuche mit dekapitierten Keimlingen.

Die Versuche mit dekapitierten Keimlingen sollten zunächst Aufschluß darüber bringen, ob Quereinschnitte im Hypokotyl auch dann wirksam sind, wenn durch Entfernung der Keimblätter der Strom der darin aufgespeicherten Reservestoffe ausgeschaltet wird. Es wurde also das Hypokotyl dicht unterhalb der Kotyledonen durchschnitten, und dann der Stumpf nahe der Schnittfläche mit einer oder mehreren einseitigen Querkerben versehen. Die meisten Versuchsserien verliefen negativ; das Auftreten einiger erfolgreichen Serien *(Helianthus, Sinapis. Linum)* legte jedoch die Vermutung nahe, daß in vielen Fällen die Reaktion vielleicht bloß durch Wundchock unterdrückt ist. Tatsächlich wurde der Erfolg wesentlich gesteigert wenn nicht die ganze Keimlingsspitze mit Plumula, sondern bloß die beiden Kotyledonen abgeschnitten wurden, und es reagierten jetzt auch Arten, die bei der ersten Versuchsanordnung keine Krümmungen lieferten *(Phaseolus vulgaris, Ricinus communis).*

Weiterhin ergaben dann die Versuche, daß im Gegensatz zu den Dicotylen dekapitierte Gramineenkeimlinge *(Secale, Avena, Triticum, Hordeum)* bei einseitiger Verletzung — sei es durch Kerben, sei es durch Höllenstein — noch sehr zahlreiche, bedeutende Krümmungen vollführen, daß also sowohl das Perzeptions- als auch das Reaktionsvermögen nur wenig herabgesetzt ist. Dadurch bot sich die Möglichkeit, eine neue Frage zu prüfen. Ist zum Eintritt der Reaktion das Vorhandensein der Wunde notwendig? SPALDING hat bewiesen, daß dies bei Wurzeln nicht der Fall ist. Das gilt auch für unsere Objekte. Werden Keimlinge von Gramineen an der Spitze verletzt, und dann mehrere mm unterhalb der Wundstelle dekapitiert, so führt — allerdings bei einer Minderzahl der Individuen — der Stumpf eine entsprechende traumatotrope Krümmung aus *(Avena, Sorghum,* Abb. 11).

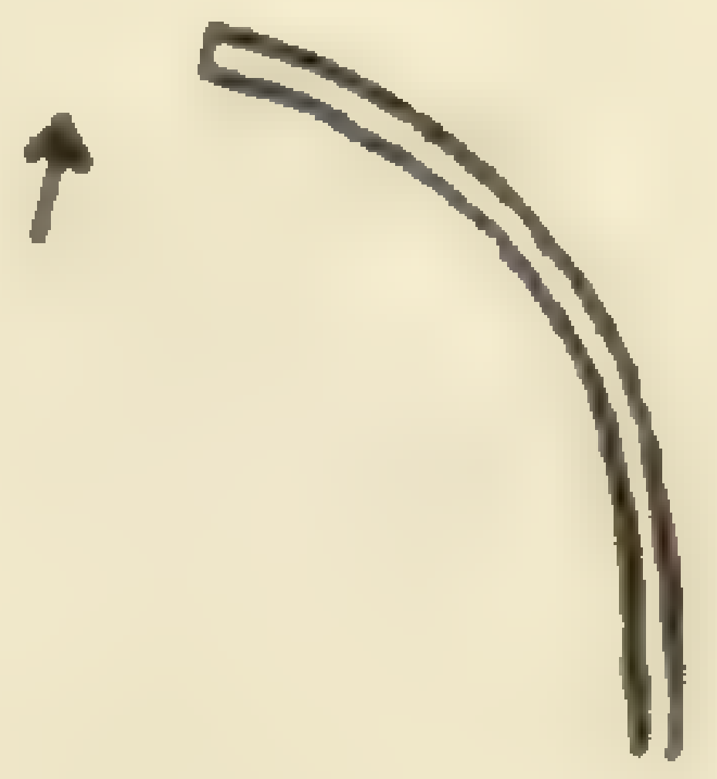


Abb. 11. *Sorghum*, nach einseitiger Spitzenreizung dekapitiert.

Erwähnt mag noch werden, daß — wiederum im Einklang mit den Wurzelspitzen — eine Reaktion dadurch erzielt werden kann, daß die Spitze des Kotyledo schief dekapitiert wird, und zwar krümmt sich dann der Keimling nach der kürzer gewordenen Flanke *(Avena, Hordeum).*

VIII. Einfluß der Aethernarkose.

Werden Keimlinge von *Avena, Triticum* und *Hordeum* nach einseitiger Verletzung in eine Ätheratmosphäre gebracht, dann erscheinen dessenungeachtet bei zahlreichen Individuen traumatotropische Krümmungen. Eine Dämpfung infolge der Narkose gibt sich allerdings darin zu erkennen, daß die Krümmungen schwächer und weniger häufig sind als in Kontrollserien. Werden die Versuchspflanzen nach 2—3 Stunden wieder in normale Luft gebracht, dann wird die Zahl der Krümmungen bedeutend vermehrt.

Aus diesen Experimenten ist zu ersehen, daß die Reaktionsfähigkeit in der Narkose erhalten bleibt. Wie steht es dagegen mit dem Perzeptionsvermögen? Darüber gaben Versuche Auskunft, in denen die Keimlinge 2 Stunden vor der Verletzung in den Ätherraum gestellt, dann gereizt und weiterhin unter der Glocke belassen wurden. Jetzt blieben die Krümmungen aus, der Reiz wurde aber nicht perzipiert. Der Einwand, daß die Pflanzen durch den langen Aufenthalt in der Narkose (5 Stunden) geschädigt worden sein könnten, erledigt sich dadurch, daß auch hier nach dem Verbringen in Luft traumatotropische Krümmungen vollzogen wurden. Jetzt erst wird der Reiz der weiterbestehenden Wunde perzipiert. Schneidet man nach Abnahme der Glocke die Spitze der Koleoptile dicht unterhalb der Wunde ab, so bleibt eine Reaktion aus, die ja auch unter diesen Umständen erfolgen müßte, wenn schon in der Narkose eine Perzeption stattgefunden hätte.

IX. Unterbrechung der Leitungsbahnen.

FITTING hat gezeigt, daß bei *Avena*keimlingen der phototropische Reiz auch dann zur Basis geleitet wird, wenn der Verbindungsweg durch einen einseitigen Einschnitt beliebiger Orientierung unterbrochen oder wenn eine direkte Zuleitung durch doppelte Einschnitte unmöglich gemacht wird. Zu ähnlichen Folgerungen gelangt er für den Wundreiz bei Wurzeln. Damit stehen nun auch meine eigenen Versuche mit Gramineenkoleoptilen im Einklang. Keimlinge von *Avena, Triticum, Hordeum* und *Secale* wurden 1 cm unterhalb der Spitze mit einem tiefen Quereinschnitt versehen. Dann trat die übliche traumatotropische Reaktion auf, die sich bei zahlreichen Individuen nach einigen Stunden wieder ausglich. Hierauf wurde oberhalb der Kerbe eine neue Verletzung — meistens mit Höllenstein — beigebracht. Bei einigen Individuen pflanzte sich nun fast in jeder Serie die erneute Krümmung über den Quereinschnitt fort, gleichgültig, welche Orientierung die zweite Verletzung zur ersten hatte. Wird die direkte Verbindung zwischen Spitze aus Basis nicht nur einseitig, sondern durch zwei von entgegengesetzten Seiten kommende übergreifende Einschnitte vollständig unterbrochen, dann erleidet das Resultat kaum eine Änderung. Darnach gelangen wir, wie auch FITTING zu dem Schluß, daß der Reiz um die Ecke geleitet werden kann. Ein Einwand kann freilich, besonders im Hinblick auf die Untersuchungen PAALS gemacht werden. Die Leitung könnte vielleicht doch geradlinig durch Diffusion über die Wundfläche fortschreiten. FITTING schaltete diese Deutung dadurch aus, daß er Stanniolblättchen in die Einschnitte legte. Ich selbst machte ähnliche Versuche mit Glimmerscheiben, da diese aber gewöhnlich beim Wachstum herausgeschoben werden, so führte bis jetzt erst ein Versuch mit *Avena* zu deutlichen, positiven Resultaten. Indes habe ich wie FITTING vielfach beobachtet, daß die Reizleitung über die Quereinschnitte auch dann stattfindet, wenn die Wundränder klaffen, wenn also eine Diffusion unmöglich ist. Darnach scheinen die Verhältnisse beim Traumatotropismus der Koleoptilen ähnlich zu liegen, wie beim Phototropismus.

X. Das Wachstum verwundeter Keimlinge.

Untersuchungen mit dem Horizontalmikroskop, in denen das Fortschreiten der Koleoptilspitze besonders von *Avena*keimlingen mehrere Stunden hindurch verfolgt wurde, sollten darüber Aufschluß geben, in welcher Weise das Wachstum durch verschiedenartige Verletzungen beeinflußt wird. Es zeigte sich, daß stärkere Wundreize — allseitig wirkende sowohl wie auch einseitige — zu einer dauernden Wachstumshemmung führen. Dagegen ergab sich, daß oberflächliche Verwundungen — ein- bis zweimaliges Betupfen mit Höllenstein — den mittleren Zuwachs kaum in nennenswerter Weise beeinflußt oder sogar von Wachstumsbeschleunigung begleitet ist. Es wurden Fälle beobachtet, bei denen sich die traumatotropische Reaktion mit dauernd gesteigertem Wachstum vollzog. Obwohl dies nicht gar zu häufig zutraf, so zeigt es doch, daß die Beeinflussung der mittleren Wachstumsgeschwindigkeit nur von sekundärer Bedeutung ist, daß die Krümmungen sowohl bei Wachstumsbeschleunigung als auch bei Wachstumshemmung ablaufen können. Bloß darauf kommt es eben an, daß ein Gefälle der Wachstumsgeschwindigkeit in den gegenüberliegenden Flanken geschaffen wird.

XI. Allgemeine Folgerungen.

Es soll zum Schlusse noch unsere Aufgabe sein, die allgemeinen Folgerungen aus unseren Beobachtungen zu ziehen. Die

Versuche, die den Ausgangspunkt bildeten — das Entfernen von Organen und Organteilen — sind so vieldeutig, daß sie keineswegs beweisen, daß der Wundreiz als solcher bei der Krümmung das wirksame Agens ist. Die Reaktion könnte vielmehr bedingt sein durch folgende Faktoren: 1. Korrelationen, verursacht durch die Ausschaltung eines großen Gewebekomplexes vom Lebensgetriebe; 2. Wachstumshemmung oder Wachstumsstillstand, rein mechanisch wirkend; 3. Ernährungsverschiedenheiten beider Flanken; 4. Welken (Transpirationsverlust). All diese Möglichkeiten mußten berücksichtigt werden, und sie bestimmten den Gang der Untersuchung. Ich beschränke mich auf die Ergebnisse mit Keimlingen, da hier die größere Fülle von Tatsachen vorliegt. Aus der Tatsache, daß es gar nicht notwendig ist, Organteile zu entfernen, sondern daß auch andersartige Verwundungen, und zwar auch solche, die den Zusammenhang zwischen Organ und Axe in keiner Weise unterbrechen, wirksam sind, folgt, daß Korrelationen nicht wesentlich beteiligt sind. Natürlich ist nicht ausgeschlossen, daß sie den Erfolg dann und wann verstärken. Da solche leichteren Verwundungen auch dann zu Krümmungen führen, wenn die Transpiration völlig verhindert wird, so kann es sich nicht um einen Welkungsvorgang handeln. Ebensowenig können die Verhältnisse rein mechanisch durch Wachstumshemmung erklärt werden. Denn der Reiz wird oft bis zu einem dm von der Wundstelle weggeleitet, und manchmal erscheint die Reaktion ganz irgend wo anders, als dort, wo gereizt wurde. Ferner ergaben Wachstumsmessungen, daß sich die Krümmung mitunter mit erhöhter Wachstumsgeschwindigkeit abspielt. Schließlich führt auch die Berücksichtigung des Nährstoffstroms zu keiner befriedigenden Lösung. Schneidet man z. B. einem *Helianthus*keimling einen Kotyledo ab oder bringt man direkt unter dessen Ansatzstelle einen Quereinschnitt an, dann krümmt sich das Hypokotyl nach der Wundstelle. Ist dies eine Folge davon, daß der Strom der Reservestoffe hälftig unterbrochen wird und die Wundflanke gewissermaßen in Hungerzustand versetzt wird? Keineswegs; denn eine genau gleichgerichtete Krümmung erscheint dann, wenn der Schnitt ganz an die Basis gelegt wird. Nun mußte ja über die Schnittfläche eine Anreicherung von Reservestoffen stattfinden. Aber noch mehr: Entferne ich beide Kotyledonen oder dekapitiere ich den Keimling an der Spitze und füge dann eine einseitige Kerbe hinzu, dann erscheint die Krümmung trotzdem. Ich brauche nicht weiter ausführen, daß dieselben Argumente sich dagegen geltend machen ließen, wollte man für den Erfolg die Unterbrechung des vom Boden aufsteigenden Nährsalzstroms verantwortlich machen. Alle diese Einwände erledigen sich schon deshalb, weil auch Wundreize wirksam sind, welche die Leitungsbahnen überhaupt nicht antasten und nur zu ganz oberflächlichen Verletzungen führen. Ich habe aus der Fülle des Beweismaterials nur ganz weniges herausgegriffen, aber schon dies genügt, um den Schluß zu erhärten, daß der Wundreiz an sich schon Reaktionen auszulösen vermag, daß wir also mit Recht von Traumatotropismus reden können. Wie wirkt aber dieser Wundreiz? Das ist für unsere Fälle ebensowenig geklärt wie für den Wurzeltraumatotropismus. Es ist von verschiedenen Forschern auf die Möglichkeit hingewiesen worden, daß in den absterbenden Zellen Stoffe entstehn, die sich von der Wundstelle aus verbreiten und die Krümmung verursachen. Damit wäre der Traumatotropismus dem Chemotropismus nahegerückt. Aber beweisende Daten fehlen noch und die entscheidenden Faktoren könnten in einer ganz anderen Richtung liegen. Vorläufig ist das Problem durchaus noch nicht spruchreif. Trotz all dieser Unsicherheit aber steht der Traumatotropismus als scharf umgrenzte Reizerscheinung vor unseren Augen. Dafür haben unsere Versuche mit zahlreichen Pflanzenorganen neues Material geliefert. Ein auffallender Unterschied zu den Wurzeln trat freilich zutage: die Reaktionen von denen hier berichtet wurde, waren fast ausschließlich positiv traumatotropisch. Daß unter bestimmten Umständen auch negative Krümmungen auftreten können, davon zeugen Angaben von FITTING, SPERLICH und HEIDMANN, auch mir sind solche dann und wann begegnet, doch soll hierüber erst später berichtet werden. Abgesehen von dieser keineswegs prinzipiellen Verschiedenheit besteht aber vollkommene Übereinstimmung. Ich erinnere nur an das Auftreten von Schraubenwindungen bei *Sorghum*, an die traumatotropischen Nachkrümmungen einseitig verletzter und dann dekapitierter Keimlinge, an das Verhalten bei schiefem Dekapitieren und in der Narkose usf. Wesentlich Neues lieferten bloß die Versuche über Reizleitung. Trennung von Perzeptionszone und Reaktionszone, die uns in manchen Fällen begegnete, ist für die Wurzeln geradezu typisch und damit ist ja die Notwendigkeit von Reizleitungsvorgängen von selbst gegeben. Daß diese bei unseren Objekten weitaus größere Strecken bewältigen, ist nur ein quantitativer Fortschritt. Erwähnung verdient aber, daß diese Leitungen ebensogut in akropetaler als in basipetaler Richtung erfolgen. Auch für das Übergreifen der Wundreaktion von der Koleoptile aufs Hypokotyl, vom Blatt auf den Sproß und umgekehrt, gibt es beim Wurzeltraumatotropismus Analoga. NORD-

HAUSEN beobachtete negativtraumatotrope Reaktionen bei Nebenwurzeln, wenn die Hauptwurzel verletzt wurde, SCHÜTZE sah bei jungen *Helianthus*keimlingen in demselben Fall Reaktionen im Hypokotyl erscheinen. Einen Fortschritt bedeuten dagegen die Versuche über den Erfolg gegensinniger Reizung. Sie zeigen, daß gleich starke gegensinnige Reize sich nur dann aufheben, wenn sie auf opponierte Punkte wirken. Liegen sich dagegen die Perzeptionszonen nicht gegenüber sondern in verschiedenen Höhenlagen, dann löscht gewöhnlich der eine Reiz den andern vorübergehend oder dauernd aus. Damit erhalten wir ein feines Maß für die Verteilung der Sensibilität, die aus dem Verhalten bei einseitiger Reizung nicht eindeutig erschlossen werden kann; man weiß ja nie, ob das Ausbleiben einer Reaktion durch mangelnde Sensibilität oder mangelnde Reaktionsfähigkeit bedingt ist. Wenn dagegen bei gegensinniger Verletzung der zugeleitete Reiz über den direkten siegt, dann kann dies bloß daran liegen, daß die Sensibilität an den verschiedenen Zonen verschieden ist. Solche Fälle sind uns aber bei den Gramineen häufig begegnet, und sie führten uns zum Schluß, daß das Hypokotyl empfindlicher als die Koleoptile (*Panicum*), die Koleoptilbasis empfindlicher als die Koleoptilpitze ist. Aber noch eine andere, bemerkenswerte Tatsache wurde durch die Experimente aufgedeckt. Die also unterdrückte Reaktion kann gewissermaßen aufgespart bleiben, bis der im Sinne der stärkeren Erregung sich abspielende Krümmungsvorgang ausklingt, und dann setzt sie sich nachträglich mit entsprechender Verspätung durch. Hier liegt noch ein weites Feld für neue Untersuchungen. Man kann die Reizdosis auf den gegenüberliegenden Flanken abstufen, die zweite Verwundung erst beibringen, wenn die Krümmungsvorgänge im Sinne der ersten Reizung schon eingeleitet sind, und es werden sich zweifellos noch eine Menge neuer Tatsachen über das Umsichgreifen, Auf- und Abklingen und das Gegeneinanderwirken traumatotropischer Erregungen finden lassen.

Zitierte Literatur.

DARWIN: Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Übers. v. CARUS. Stuttgart 1881.

FITTING: Die Leitung tropistischer Reize in parallelotropen Pflanzenteilen. Jahrb. f. wissensch. Bot. 44. 1907.

HEIDMANN: Über Richtungsbewegungen hervorgerufen durch Verletzungen und Assimilationshemmung. Sitzb. d. K. K. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 122. 1913.

NORDHAUSEN: Über Richtung und Wachstum der Seitenwurzeln unter dem Einfluß äußerer und innerer Faktoren. Jahrb. f. wiss. Bot. 44. 1907.
PAAL: Über phototropische Reizleitungen. Ber. d. deut. bot. Ges. 32. 1914.
SCHÜTZE: Über das geotropische Verhalten des Hypokotyls und des Kotyledons. Jahrb. f. wiss. Bot. 48. 1910.
SPALDING: The traumatotropic curvature of roots. Ann. of. Bot. 8. 1894.
SPERLICH: Über Krümmungsursachen bei Keimstengeln und beim Monocotyledonenkeimblatt. Jahrb. f. wiss. Bot. 50. 1912.
STARK: Beiträge zur Kenntnis des Traumatotropismus. Jahrb. f. wiss. Bot. 57. 1916.

48. A. Wieler: Über Beziehungen zwischen der schwefligen Säure und der Assimilation.

(Eingegangen am 6. Oktober 1916.)

Seit den Untersuchungen von v. SCHROEDER und REUSS[1]) ist es bekannt, daß die schädliche Einwirkung der schwefligen Säure auf die Pflanzen durch das Licht begünstigt wird. H. WISLICENUS hat für die Fichte diese Beziehungen eingehend geprüft.[2]) In einem Glashaus beräucherte er 7 Wochen lang zwei Serien eingetopfter Fichten und zwar die eine tags, die andere nachts über mit sehr verdünnter schwefliger Säure (1:500000). Die ersten geringfügigen Anzeichen einer Wirkung des Tageslichtes traten erst nach 2 Wochen hervor, die Erkrankung führte nach etwa 4 Wochen zum Absterben der belichteten Pflanzen. Die nachts beräucherten Pflanzen wurden drei Wochen länger beräuchert, ohne daß auch nur der Beginn einer Rauchbeschädigung zu beobachten war, obgleich schließlich die Konzentration des Giftes gesteigert war. Die gleichen Ergebnisse erhielt er mit Fichten, die 2 Monate lang im Winter im Lichte beräuchert wurden, und zwar vom 20. November bis 29. Januar. Zwischen ihnen und den unberäucherten Kontrollpflanzen war kein Unterschied im Aussehen nach dieser Zeit bemerkbar. Indem WISLICENUS annimmt, daß die immergrünen Nadelhölzer im Winter nicht assimilieren, schließt er aus dem Verhalten der Fichten im Lichte im Sommer und im Winter, „daß der Eingriff des Giftes SO_2 in erster Linie den Chemismus der

---

1) Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Berlin 1883.
2) Tharandter Forstl. Jahrbuch 48, S. 897.

Assimilation und erst in zweiter Linie die vitale Tätigkeit des Plasmas (verschiedene Zähigkeit der Individuen?) und die Atmung berührt.

Der Gasaustausch bei der Assimilation im Chlorophyll allein ist schon so gestaltet, daß die schweflige Säure sehr aktiven, naszenten Sauerstoff an der Stelle findet, wo sie auch selbst am gefährlichsten wird, im belichteten Chlorophyll, nicht aber im unbelichteten. Bei Dunkelheit bildet sich kein Sauerstoff. Dieser aber führt die schweflige Säure rasch in Schwefelsäure über" (S. 54[4])).

Die hier dargelegte Auffassung der Wirkung der schwefligen Säure findet WISLICENUS vollständig bestätigt durch Untersuchungen, die er in neuerer Zeit ausgeführt hat.[1]) Mit verbesserten Einrichtungen hat er die Versuche wiederholt, hat sie auf die verschiedenen Zeitabschnitte des Jahres, auf andere Nadelhölzer und auf Laubhölzer ausgedehnt. In einem eigens dazu gebauten Gewächshaus konnte er, abgesehen von den Lichtverhältnissen, die gleichen klimatischen Verhältnisse wie im Freien herstellen und dauernd während des Versuches eine Säureatmosphäre beliebiger Konzentration schaffen. In das Gewächshaus war ein Dunkelraum eingebaut, der die gleiche Säurekonzentration bekam wie dieses, so daß wirklich einwandsfreie vergleichende Versuche mit Licht und Dunkelheit ausgeführt werden konnten. Als Maßstab für die Einwirkung der schwefligen Säure wurden auch hier die Beschädigungen benutzt, welche nach kürzeren oder längeren Zeiträumen auftraten. Im Dunkeln blieben die Schäden aus, ebenso meistens bei den Nadelhölzern im Winter, doch verhielten sich hier nicht alle gleich; die Fichten und Tannen zeigten keine Veränderung, die Colorado-Douglasien hingegen erfuhren sämtlich schon nach wenigen Tagen die typischen Rauchschäden-Spitzenrötung. Dies ungleiche Verhalten erklärt sich WISLICENUS so, daß die Colorado-Douglasfichte, weil sie aus einem günstigeren Klima stammt, gewohnheitsmäßig länger im Jahre assimiliert, und daß der Versuch sie deshalb noch bei der Assimilation überrascht hat. Immerhin scheinen auch diese Pflanzen weniger empfindlich im Winter gegen die Säure zu sein. Die größte Empfindlichkeit weisen die untersuchten Nadel- und Laubhölzer im Sommer auf, etwa von der

---

[1]) Über die äußeren und inneren Vorgänge der Einwirkung stark verdünnter saurer Gase und saurer Nebel auf die Pflanze. (Experimentelle Rauchschäden) — Mitteilungen aus der königl. Sächs. forstlichen Versuchsanstalt zu Tharandt. Bd. 1 Heft 3. Berlin 1914. Auch abgedruckt in Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden Heft 10 „Experimentelle Rauchschäden" Berlin 1914[4]).

Zeit an, wo der Frühjahrstrieb vollendet ist. Im Frühjahr sind die Pflanzen nicht oder sehr erheblich weniger empfindlich gegen die schweflige Säure. „Die äußeren Kennzeichen der Rauchschäden kommen bei dem im Sommer noch gefährlichen Säuregehalt 1:500000 SO_2 im Frühjahr während der Blattentwicklung selbst bei den empfindlichsten Koniferen kaum zum Vorschein.

Erst Anfang bis Mitte Juni setzt die außerordentliche Empfindlichkeit ein, offenbar wieder erst mit der Aufnahme energischer Assimilationstätigkeit. Diese ist vermutlich selbst in den schon stark ergrünten Nadeln und Blättern noch zurückgehalten, vielleicht bis die Stomata ausgebildet sind und den Weg für das Gift öffnen. Die Tatsache geht mit Sicherheit aus den Beobachtungen hervor.

Es ist hier auf eine praktische Erfahrung hinzuweisen: Klagen über neue Rauchschäden und die Zusendung von Nadelproben aus den Rauchschädenorten der verschiedensten Gegenden werden mir, fast immer erst von Mitte Juni ab eingesandt. Vorher werden häufig beschädigte Tannen, Fichten und Kiefern jüngsten Lebensalters, meist aus forstlichen Pflanzgärten stammend, eingesendet, die äußerlich Spitzenfärbung wie bei den schwersten akuten Rauchbeschädigungen aufweisen. Ausnahmslos konnte bei solchen Pflanzen auf eine ganz andere Ursache, die „Frosttrocknis“ mit Sicherheit geschlossen werden.

Also die Rauchempfindlichkeit setzt erst mit der fertigen Ausbildung der jungen Triebe deutlich ein.“ (S. 140). Von diesem Zeitpunkt an ist die Empfindlichkeit allerdings ungeheuer gesteigert, so daß selbst Verdünnungen, die über 1:1000000 hinausgehen, noch Schädigungen hervorrufen.

Die Untersuchungen von WISLICENUS zeigen einwandsfrei, daß die Blattorgane der Bäume in verschiedenen Zeiten sehr ungleich empfindlich sind gegen schweflige Säure, und daß diese Empfindlichkeit im Lichte größer ist als im Dunkeln oder im Schatten. WISLICENUS geht aber viel zu weit, wenn er aus seinen Versuchen schließt, daß die Schädigungen infolge gestörter Assimilation auftreten; denn aus dem Zusammenfallen der beiden Erscheinungen, der Schädigung durch die schweflige Säure im Lichte und der Abhängigkeit der Assimilation vom Lichte kann man nicht schließen, daß sie einen kausalen Zusammenhang haben. Außerdem ist es ganz unzulässig, als Maßstab für die Assimilation das Absterben von Zellen zu wählen. Seiner Hypothese zu lieb. nimmt WISLICENUS zu willkürlichen Annahmen seine Zuflucht. So behauptet er, daß die Schwefelsäure für die Chloroplasten gefährlicher sei als die schweflige Säure, daß die immergrünen Nadelhölzer im Winter eine von der Temperatur unabhängige Assimilationsruhe durchmachen, und daß die Blattorgane vor fertiger Ausbildung des Triebes nicht assimilieren. Es läßt sich leicht zeigen, daß diese Annahmen unbegründet sind, und daß die von WISLICENUS beobachteten Tatsachen anders gedeutet werden müssen.

1. Nach WISLICENUS soll die Schwefelsäure schädlicher sein als die schweflige Säure. Das widerspricht allem bisher Bekanntem und Versuchen von NEGER und LAKON[1]). Diese haben die Assimilation von *Elodea canadensis* unter Einwirkung von Schwefelsäure und schwefliger Säure vergleichend nach der Gasblasenzählmethode geprüft. Bei $^1/_{400}$ pCt. war bei der Schwefelsäure nach 6 Stunden keine Beschädigung, wohl aber lebhafte Blasenbildung vorhanden; bei der schwefligen Säure war starke Beschädigung eingetreten, Blasenbildung war nur am Anfang des Versuches aufgetreten. In einem zweiten Versuch war nach 24 Stunden bei derselben Konzentration die Pflanze in der Schwefelsäure vollkommen gesund, die Assimilation kräftig. In der schwefligen Säure war die Pflanze stark gebleicht. Blasenausscheidung fand nicht statt. Daraus geht hervor, daß es nicht erst der Oxydation zu Schwefelsäure bedarf, damit die schweflige Säure stark schädigt.

2. Um das Ausbleiben der Schädigungen im Winter zu erklären, setzt WISLICENUS voraus, daß die Nadelhölzer im Winter unfähig sind zu assimilieren, hat aber seine Versuchspflanzen daraufhin nicht geprüft. Daß bei niedrigen Temperaturen die Assimilation unterbleiben muß, geht aus den Untersuchungen über die Inactivierung der Chloroplasten hervor. Hier handelt es sich aber um ein Aussetzen der Assimilation aus inneren Ursachen. Ob das, etwa bei der Fichte, vorkommt, scheint mir zweifelhaft, jedenfalls ist diese Frage nicht eingehend genug geprüft worden, um das mit Sicherheit behaupten zu können. Immerhin ist es ein Problem, das volle Beachtung verdient Im Hochgebirge ist die Fichte auch im Winter starker Insolation ausgesetzt, und es wäre überraschend, wenn sie nicht so organisiert wäre, das sie diesen Lichtgenuß ausnützen könnte. Andererseits ist der Boden gefroren, und so muß

---

[1]) Studien über den Einfluß von Abgasen auf die Lebensfunktionen der Bäume. — Mitt. a. d. Königl. Sächs. forstl. Versuchsanstalt zu Tharandt. Bd. 1 Heft 3 1914, S. 229 (145).

die Beschaffung der auch für die Assimilation erforderlichen Wassermengen auf Schwierigkeiten stoßen. Hierzwischen muß irgendwie ein Ausgleich geschaffen sein. Die Ansicht, daß die Assimilation im Winter bei den immergrünen Bäumen unterbleibt, findet bisher eine Unterstützung nur in einer Untersuchung von STAHL „Einige Versuche über Transpiration und Assimilation“[1]) und einer mikroskopischen Untersuchung von SORAUER über die winterlichen Fichtennadeln. Nach STAHL schließen sich bei unseren immergrünen Sträuchern und Bäumen die Spaltöffnungen frühzeitig im Herbste. Mit Hilfe seiner Kobaltprobe stellte er am 20. Oktober den völligen Verschluß der Stomata bei *Buxus sempervirens*, *Mahonia Aquifolium*, *Taxus baccata* fest, während bei *Ilex Aquifolium* und *Hedera Helix* die Spaltöffnungen noch offen waren. Später waren aber auch bei diesen die Spaltöffnungen geschlossen, doch handelte es sich bei allen nur um einen vorübergehenden Schluß. Nach dreistündiger Besonnung im Dezember waren die Spalten bei *Ilex* geöffnet, bei *Taxus* und *Mahonia* öffneten sie sich erst nach 8 Tagen, und die Spalten von *Buxus* und *Hedera* waren auch dann noch geschlossen. Welche Ursachen diesen langen Spaltenschluß bedingen, ist bisher nicht gelungen zu ermitteln. In allen diesen Fällen unterbleibt die Assimilation, weil die Spaltöffnungen geschlossen sind und damit der Gasaustausch unterbunden ist. Auf Grund meiner Erfahrungen muß ich aber bezweifeln, ob diese Beobachtungen verallgemeinert werden dürfen. Jedenfalls verhält sich die Fichte, die übrigens von STAHL nicht untersucht worden ist, anders. Nach den von NEGER und LAKON[2]) im Dezember und Januar ausgeführten Versuchen geht hervor, daß die Spaltöffnungen nicht geschlossen waren. Und damit stehen meine eigenen Erfahrungen im Einklang.[3]) Ich habe im Winter ausgezeichnete Assimilationsversuche mit eingetopften Fichten, die bis kurz vor Beginn des Versuches im Freien standen, ausführen können. Es wurde die bei der Assimilation im künstlichen Lichte verbrauchte Menge Kohlensäure bestimmt. Die Versuche dauerten täglich 6 Stunden. Die verbrauchte Menge Kohlensäure ist unter Berücksichtigung der Atmung für die Stunde berechnet. Die 3 untersuchten Fichten lieferten folgende Ergebnisse:

---

[1]) Botanische Zeitung 1894.

[2]) l. c.

[3]) Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanzen. Berlin 1905 S. 135 ff.

		CO_2 pro Stunde
I.	31. Oktober	58,0 mgr.
	1. November	61,5 „
	2. „	59,8 „
II.	30. „	61,0 „
	1. Dezember	60,5 „
	3. „	61,5 „
III.	11. „	58,8 „
	12. „	59,7 „
	14. „	58,0 „

Am 14. und 16. Februar des folgenden Jahres wurde noch ein weiterer Versuch mit einer Topffichte ausgeführt. Am ersten Tage dauerte die Assimilation 3, am zweiten 4 Stunden. Die Berechnung geschah wieder wie oben für die Stunde.

14. Februar	101 mgr.
16. „	103 „

Außerdem habe ich noch am 8. und 9. November einen Assimilationsversuch mit einer Topffichte im Freien bei natürlicher Beleuchtung ausgeführt. Der 3. November war ein schöner sonniger Herbsttag. Der Versuch dauerte von 9—4 Uhr mit Unterbrechung der Stunde von 1—2 Uhr. Um die Mittagszeit stieg die Temperatur in der Glocke, unter der sich die Krone der Pflanze befand, auf 27° C., am Nachmittag sank sie auf 15° C. Während der sechsstündigen Versuchsdauer wurden durchschnittlich stündlich 51 mgr. Kohlensäure assimiliert. Am folgenden Tage war es trübe, windig regnerisch und entsprechend kühler. Die assimilierte Menge war demgemäß erheblich geringer und betrug im Durchschnitt nur 3 mgr. für die Stunde. Hierin spricht sich deutlich der Einfluß der klimatischen Faktoren aus.

Diese Versuche widerlegen die Annahme, daß die immergrünen Bäume aus inneren Ursachen eine Ruheperiode durchmachen. Freilich will ich nicht verschweigen, daß ich bei gelegentlichen Versuchen in einem anderen Winter keine ebenso gute Resultate erzielt habe, doch bin ich geneigt, die Ursache dieses abweichenden Verhaltens auf die Inactivierung der Chloroplasten durch die klimatischen Faktoren zu schieben und wenn KIRCHHOFF[1]) im Dezember und Januar in den Nadeln der von ihm untersuchten Nadelhölzer

---

[1]) Über das Verhalten von Stärke und Gerbstoff in den Nadeln unserer Coniferen im Laufe des Jahres. Diss. Göttingen 1913. SCHARFES Druckereien, Wetzlar.

— Fichte befand sich nicht darunter — keine Stärke antraf, so dürfte das auch nur die Folge der Wirkung der Inactivierung der Chloroplasten durch die klimatischen Faktoren sein.

WISLICENUS hätte beweisen müssen, daß die von ihm in die Untersuchung gezogenen winterlichen immergrünen Bäume unter normalen Verhältnissen unfähig waren zu assimilieren, nachdem ich durch Versuche gezeigt hatte, daß die Fichte im Winter zu assimilieren vermag.[1])

Andererseits konnte er sich bei Annahme einer assimilatorischen Ruheperiode auf die Untersuchungen von SORAUER berufen, die allerdings auch nicht unwidersprochen geblieben sind. Die ersten Angaben darüber stammen aus dem Jahre 1899.[3]) Darnach sollte beim Übergang in den winterlichen Ruhezustand die Körnchennatur der Chloroplasten mehr oder weniger undeutlich werden, indem sie verquellen und schließlich einen gleichmäßigen ausgebreiteten lebhaft grünen Plasmainhalt darstellen. Außerdem sollten reichlich Öltropfen und oxalsaurer Kalk in Form von Sand auftreten. Diese Veränderungen habe ich nicht beobachten können, obgleich ich in mehreren Wintern mein Augenmerk darauf gerichtet habe. Waren die Nadeln tadellos grün, so waren die Chloroplasten auch stets normal.[2]) Nun sind aber kleine Flecke auf den Nadeln, namentlich in der Nähe von Städten weit verbreitet. Vielleicht, daß SORAUER solches Material untersucht hat. Ähnliche Bilder, wie sie SORAUER beschreibt, kann man übrigens auch durch die Präparationsmethode an ganz normal grünen Nadeln erhalten. Um hierdurch nicht getäuscht zu werden, wurden die Chloroplasten bei meiner Untersuchung mit Sublimatalkohol fixiert, vordem sie mit dem Mikrotom geschnitten wurden.[1]) Seine Untersuchungen hat SORAUER später in erweiteter Form veröffentlicht, ohne daß er auf meine inzwischen erschienenen Einwendungen Rücksicht genommen hätte, ja, er hat meine Untersuchungen nicht einmal zu erwähnen für nötig erachtet. Obgleich nach meinen früheren Untersuchungen SORAUERs Beobachtungen unzutreffend sind, habe ich noch einmal wieder die Frage geprüft. Damals stand mir nur Material aus Aachen zur Verfügung. Da das Aachener Klima verhältnismäßig milde ist, schien es mir wünschenswert, Fichten auch aus anderen Gegenden zu untersuchen.

---

[1]) Es ist Selbsttäuschung, wenn WISLICENUS glaubte, meine Untersuchungen damit abtun zu können, daß er erklärte, sie wären mit „mühsamer Versuchsgestaltung“ ausgeführt worden. Als wenn ein kompliziertes Problem nicht eventuell auch eine komplizierte Untersuchungsmethode erforderte. Die Fehlerquellen, welcher meiner Methode anhaften, habe ich eingehend erörtert. Die oben angeführten Zahlenbeispiele dürften ausreichen, um zu zeigen, daß sich mit der Methode befriedigend arbeiten läßt. Im wesentlichen habe ich ja auch nur dasselbe Prinzip befolgt wie KREUSLER, und an seinen Versuchsergebnissen hat bisher niemand Anstoß genommen. Und ist die Gewächshausmethode von WISLICENUS keine komplizierte Methode?

[2]) SORAUER und RAMANN, Sogenannte unsichtbare Rauchbeschädigungen. Bot. C. LXXX 1899 S A. S. 24 25. — Weitere Veröffentlichungen von SORAUER über diesen Gegenstand sind: Beitrag zur anatomischen Analyse rauchbeschädigter Pflanzen II. Landw. Jahrb. 1908 S. 673—710 und: Die mikroskopische Analyse rauchbeschädigter Pflanzen. Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden. Heft 7. Berlin 1911.

Durch freundliche Vermittlung erhielt ich aus Klosters in der Schweiz am 8. Januar 1912 schöne normal grüne Fichtenzweige. Wenn winterliche Temperaturen Einfluß auf Herbeiführung der winterlichen Verhältnisse in den Blattzellen der Fichte haben, dann mußten diese Nadeln die gewünschten Veränderungen aufweisen. Am 12. Januar desselben Jahres erhielt ich ferner Fichtenzweige aus dem Dorfe Kettenis bei Eupen im Anfange der Eifel, nachdem es gefroren hatte, so daß auch hier die winterlichen Zustände eingetreten sein mußten. Die Nadeln aus Klosters und Kettenis wurden gleich nach Empfang in Alkohol getan, um die Chloroplasten zu fixieren. Das fixierte Material ist dann mit dem Mikrotom geschnitten und zum Vergleich wurden Fichtennadeln aus dem Juni dieses Jahres herangezogen.

SORAUER führt in seiner letzten Veröffentlichung folgendes an: „Je nach dem Standort und dem Eintritt der winterlichen Kälte früher oder später, im November oder Dezember, zeigen sich in den Zellen des Nadelfleisches die Chlorophyllkörper zwar noch in normaler Lagerung, aber in der Farbe verblaßt und wenig von der plasmatischen Einbettungsmasse sich abhebend. Zunächst in der Umgebung der im Zentrum der Zelle befindlichen, bereits erwähnten Expansionsvakuole treten die Chloroplasten in eine Gestaltsänderung ein, indem sie durch den Druck der Vakuolenwand eckig werden, also von gesteigerter teigiger Beschaffenheit jetzt sein müssen. Diese Erweichung macht sich weiter dadurch kenntlich, daß sie sich immer mehr abflachen und schließlich mit einander verschmelzen.

Bei dem Verschmelzungsvorgang beobachtet man nicht selten, daß einzelne Chloroplasten amöbenartige Arme hervorstrecken, die sich mit denen des Nachbarkorns verbinden. So weit meine Untersuchungen reichen, tritt dies Merkmal aber erst dann in die Erscheinung, wenn die Kälte längere Zeit angehalten hat. Sind die Wintermonate dagegen relativ warm, dann bleiben die Verschmelzungsvorgänge unvollkommen, und man begegnet, namentlich in geschützten Lagen, noch im Dezember vielfach Fichtennadeln mit deutlich differenzierten Chlorophyllkörpern und scharf konturiertem Zellkern, der sonst in den Schmelzungsprozeß hineingezogen wird. Die winterlichen Veränderungen pflegen allmählich auch in der Nadelfarbe zum Ausdruck zu kommen, indem das sommerliche Dunkelgrün in einen mehr broncefarbenen Ton (namentlich im Gebirge) übergeht.

---

[1]) Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanzen. Berlin 1905 S. 141.

In dem Maße, wie die Chloroplasten verfließen, mehren sich die kleinen z. T. den Chlorophyllfarbstoff aufnehmenden Oeltropfen neben einzelnen großen, stark hervortretenden Tropfen. Ein anderer Teil des Chlorophylls geht in das Zellplasma über, in welchem allmählich sandige Massen von oxalsaurem Kalk bemerkbar werden, die aber gegen das Frühjahr hin wieder verschwinden. Dagegen bleiben die großen tafelförmigen Oxalatkrystalle in der Umgebung der Gefäßbündel als Endprodukt sommerlicher Assimilationsarbeit erhalten."

Nach dieser Darstellung sollen die Chloroplasten also ihre Gestalt ändern, dann miteinander verschmelzen und undeutlich werden. Hierbei geht der Chlorophyllfarbstoff teils in Oeltropfen, die neu auftreten sollen, teils in das Protoplasma über. Hiervon habe ich nichts beobachten können. Die Gestalt der Chlorophyllkörper ist an sich gar keine rundliche, die etwa im Winter in eine polygonale überging, sondern überhaupt eine polygonal-rundliche. Bei dem Material aus dem Anfang des Juni erkennt man deutlich in den Nadeln der verschiedenen Jahrgänge, daß die Chloroplasten, wenn man sie nicht gerade in Profilstellung sieht, polygonal gegen einander abgeplattet und durch eine dünne Schicht Plasma getrennt sind. Je nach der Stellung des Mikroskops, d. h. bei höherer oder tieferer Einstellung, ist der Zwischenraum zwischen den Chloroplasten schmäler oder breiter, was auf die polygonal-rundliche Gestalt schließen läßt. Und ebenso zeigen nun auch die Chloroplasten aus den Nadeln von Klosters die polygonale Gestalt. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Chloroplasten ist hier etwas breiter. Ob das auf eine winterliche Veränderung hindeutet, oder ob es sich nur um eine individuelle Eigentümlichkeit handelt, könnte man erst an umfangreicherem Material entscheiden. Manchmal lassen die Chloroplasten kleine Zacken erkennen, die man vielleicht als kontrahierte amöbenartige Fortsätze betrachten könnte. Vereinzelt traten auch zwischen einigen Chloroplasten bei Anwendung von Färbungsmitteln Fäden hervor. Dies sind die einzigen Unterschiede, die ich zwischen dem winterlichen Material von Klosters und dem Aachener aus dem Juni feststellen konnte. Einen Unterschied zwischen dem Material aus Kettenis und dem Aachener aus dem Juni habe ich nicht gefunden. Von allen sonstigen SORAUER'schen Angaben habe ich nichts wahrgenommen. Kein Undeutlichwerden und Verschmelzen der Chloroplasten, kein Auftreten des Sandes von oxalsaurem Kalk und von Oxalatkristallen in der Nähe der Gefäßbündel in auffälliger Menge. Die Zellkerne traten im Gegensatz zu SORAUER mit deutlichen Konturen auf Das Chlorophyll war an die Chloroplasten gebunden. Eine wesentliche Veränderung wiesen also die Zellen weder in dem Material von Klosters noch von Kettenis gegenüber dem Material im Sommer auf. Ob nun trotz mangelnder morphologischer Veränderung eine funktionelle Änderung eingetreten ist, ließe sich nur durch Versuche entscheiden, dürfte aber nicht sehr wahrscheinlich sein.

Nun gibt SORAUER an, daß die von ihm beschriebenen anatomischen Veränderungen mit der Zeit auch äußerlich in die Erscheinung träten, namentlich im Gebirge, indem der grüne Farbenton in einen broncefarbenen überginge. Es kann nicht geleugnet werden, daß, wenn diese Farbenveränderung regelmäßig im Winter an der Fichte zu beobachten wäre, daß dann Veränderungen im Sinne der SORAUER'schen Beobachtungen vorhanden sein müßten. Mir sind hier in Aachen niemals solche Farbenveränderungen im Winter aufgefallen, und auch aus diesem Grunde muß ich bestreiten, daß die Blattzellen der Fichte wesentliche morphologische Veränderungen erleiden.

So lange aber das Vorhandensein der vorausgesetzten winterlichen Ruheperiode nicht zu erweisen ist, werden auch alle Folgerungen, die man darauf hinsichtlich der Wirkung der schwefligen Säure im Winter gründet, hinfällig.

3. Wenn man berücksichtigt, wie außerordentlich ökonomisch die Pflanze eingerichtet ist und sich in ihrer Lebensbetätigung verhält, so kann man sich nicht vorstellen, daß die Blätter der jungen Sprosse erst vollkommen ausgebildet werden, ehe sie anfangen zu assimilieren. Sie müßten ja dann aus den Reservestoffen gebildet werden, was nicht der Fall ist. Bei den meisten Pflanzen entwickeln sich die Blätter eines Sprosses allmählich, was doch keinen anderen Zweck haben kann, als Assimilationsflächen zu schaffen, die für das Material zum Aufbau weiterer Blätter zu

sorgen haben. Nach den Untersuchungen von VÖCHTING[1]) ist es sogar sehr wahrscheinlich, daß die Ernährung aus selbstproduzierten Assimilaten eine notwendige Bedingung für das Wachstum der Blätter ist. Und damit steht in guter Übereinstimmung, daß die Blätter klein bleiben, wenn man die Sprosse im Dunkeln austreiben läßt. Für den Botaniker dürfte es selbstverständlich sein, daß die in Entwicklung begriffenen Blätter assimilieren, und das dürfte der Grund sein, warum hierüber keine Untersuchungen vorliegen[2]). Um aber das Unhaltbare von WISLICENUS Hypothese zu zeigen, habe ich es für zweckmäßig gehalten, einmal ausdrücklich nachzuweisen, daß die Blätter und Sprosse schon vor ihrer endgültigen Ausbildung assimilieren. Als Kriterium diente mir das Vorhandensein von Stärke in den Blättern. Über das Ausmaß der Assimilation gibt diese Methode keinen Aufschluß, da neben Stärke auch andere Assimilate gebildet werden können und gebildet werden, so daß in der Stärke nur ein Teil der Assimilate erfaßt wird. Ist keine Stärke vorhanden, so ist damit noch nicht gesagt, daß die betreffenden Blätter nicht assimiliert haben, ist solche aber vorhanden, so ist man ganz sicher, daß sie assimilierten. Die Stärke habe ich teilweise mit der SACHS'schen Jodprobe, teils unter dem Mikroskop nachgewiesen. Die Versuche sind im Mai dieses Jahres, also lange vor Fertigstellung des Sprosses ausgeführt worden.

---

1) Über die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilations-Tätigkeit. Bot. Ztg. 1891.

2) Erst nach Ausführung der nachstehenden Untersuchungen und Abfassung dieses Manuskriptes wurde ich mit den Untersuchungen von WILLSTÄTTER u. STOLL, Über die Assimilation ergrünender Blätter (Sitzb. d. preuß. Akad. d. Wiss. 1915 XXXVI) bekannt. Sie haben sehr jugendliche und ergrünende etiolierte Blätter auf ihre Assimilation untersucht und gefunden, daß diese inbezug auf den Chlorophyllgehalt verhältnismäßig stärker assimilieren als die ausgewachsenen und normal grünen Blätter. „In den folgenden Versuchen finden wir durchgehends bei sehr jungen Blättern assimilatorische Leistungen, die, bezogen auf den Chlorophyllgehalt, sogar höher sind als bei vollentwickelten Blättern. Dabei ist der Chlorophyllgehalt der jungen Blätter, auf das Frischgewicht bezogen, etwa $1/4$ bis $1/3$ von dem älterer Blätter". „Die ergrünten etiolierten Blätter zeigen, solange ihr Chlorophyllgehalt gering ist, viel höhere Assimilationszahlen als andere jugendliche Blätter." Unter Assimilationszahl verstehen die Verfasser den Quotienten $\frac{\text{assimiliertes } CO_2 \text{ in 1 Stunde (g)}}{\text{Chlorophyll (g)}}$. Übrigens geht auch schon aus den Untersuchungen von EWART „On assimilatory inhibition in plants". (Journ. of the Linnean Soc. Botany 31. 364 (1895/6) hervor, daß die Blätter bereits vor voller Entwicklung assimilieren.

1. Rotbuche. 8. Mai, 5 Uhr nachm. Alle Blätter der untersuchten Sprosse haben sich mit Jod schwarz gefärbt.

18. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Alle Blätter eines großen Sprosses haben sich mit Jod gefärbt. In den Intercostalfeldern ist ein schwärzlicher Ton aufgetreten. Bei den jüngsten Blättern sind diese freilich auch gefärbt, aber nicht der Blattrand.

2. Eiche. 8. Mai, 6 Uhr nachm. Die Jodfärbung ist fast an allen Blättern aufgetreten; sie ist weniger intensiv als bei der Rotbuche vom gleichen Termin, auch weniger gleichmäßig über die ganze Blattfläche verteilt. An einzelnen Stellen ist die Färbung ausgeblieben. In einem Blatte ist die Färbung gänzlich ausgeblieben; es war aber nicht das jüngste.

18. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. In allen Blättern eines Sprosses war Stärke vorhanden, doch verteilte sie sich nicht gleichmäßig über die ganze Fläche, was augenscheinlich mit der gegenseitigen Deckung der Blätter zusammenhing.

19. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Sämtliche Blätter eines Sprosses sahen glänzend schwarz aus durch die Jodfärbung. Die Färbung war sehr intensiv und vollständig gleichmäßig in allen Blättern.

3. Birke. 18. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Alle Blätter des Zweiges färbten sich mit Jod schwärzlich. Die Intercostalfelder waren aber nicht gleichmäßig gefärbt, sondern der mittlere Teil war ungefärbt, so daß eine eigenartige Nervaturzeichnung entstand. Der Blattrand war aber überall gefärbt.

18. Mai, $9^1/_2$ vorm. Es wurde ein junges, etwa 3 cm langes und 2 cm breites Blatt mikroskopisch untersucht. Es war mäßig viel Stärke in den Palisadenzellen und im Schwammparenchym vorhanden.

4. Linde. 6. Mai, 5 Uhr nachm. Ein Sproß mit 6 Blättern, von denen das jüngste etwa 4 qcm groß war. Die 4 ältesten Blätter hatten sich mit Jod schwarz gefärbt, die beiden jüngsten braun.

18. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Es wurde ein Zweig mit mehreren jungen Sprossen geprüft. An allen Sprossen waren sämtliche Blätter mit Ausnahme des jüngsten (ca. $3^1/_2 : 2^1/_2$ cm) schwarz. An einem Sproß war das vorjüngste Blatt etwas schwächer gefärbt als die älteren.

5. Esche. 8. Mai, 5 Uhr nachm. Ganz junge Blätter verschiedener Entwicklungsstadien von einem dem Lichte gut ausgesetzt gewesenen Sproß färbten sich gleichmäßig schwärzlich.

19. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Von einem Sproß, der 5 Blattpaare besaß, und an dem sich an der Spitze die Anfänge eines

neuen zeigten, wurde diese Spitze und die beiden obersten Blattpaare auf Stärke geprüft. Die Blättchen des obersten Blattpaares waren erheblich kleiner als die des vorhergehenden; sie färbten sich auch weniger stark als diese. Sie waren schwärzlich, während das tiefer stehende schwarz aussah. Unter dem Mikroskop ließ sich auch an den sich eben entwickelnden Blättchen an der Spitze Stärke nachweisen.

6. Rose. 20. Mai, 5 Uhr nachm. Junger Sproß. Stärke in allen Blättern, selbst in den kleinsten, etwa 1 qcm großen Blättchen vorhanden. Sehr reichlich ist Stärke auch in den größeren Blättern nicht vorhanden.

7. *Prunus Laurocerasus.* 18 Mai, 6 $^1/_2$ Uhr nachm. Die diesjährigen Blättchen waren noch sehr klein. Es ließ sich in allen Stärke nachweisen, wenn auch nicht in großer Menge und in sehr unregelmäßiger Verteilung in den Blattflächen.

19. Mai, 4 Uhr nachm. Die diesjährigen Blätter enthalten Stärke, mehr als die Blätter vom vorigen Tage, auch gleichmäßiger verteilt. Immerhin ist nur verhältnismäßig wenig Stärke vorhanden.

18. Mai, 9 Uhr vorm. Ein diesjähriges Blatt von der Größe 11 : 4 cm und ein vorjähriges werden untersucht. Die Stärke war im diesjährigen Blatte nicht sehr reichlich vorhanden, ließ sich aber deutlich im Pallisaden- und Schwammparenchym nachweisen. Im alten Blatt war mehr Stärke vorhanden und zwar im Pallisaden- und Schwammparenchym. Die äußere Palisadenschicht war vollständig frei von Stärke.

8. Fichte. 20. Mai, 5 Uhr nachm. Es wurden 4 junge 6,5, 7, 7, 8,5 cm lange Sprosse abgepflückt und auf Stärke untersucht. Überall ließ sich die Stärke nachweisen, in den Nadeln aus der Mitte, von der Basis und von der Spitze. Meistens war in den Nadeln aus der Spitze etwas weniger Stärke vorhanden als in den tieferstehenden.

17. Mai, 9 Uhr vorm. Es wird ein 10,5 cm langer Sproß abgeschnitten und den ganzen Tag über dem Lichte ausgesetzt. Gegen 6 Uhr nachm. wurde je eine Nadel von der Basis (16 mm), aus der Mitte (18 mm) und aus der Spitze (13 mm) untersucht. In der Nadel aus der Mitte und von der Basis ließ sich mit der SACHS'schen Probe reichlich Stärke nachweisen, und zwar in der aus der Mitte noch mehr als aus der von der Basis. Auch in der Nadel aus der Spitze war Stärke vorhanden, allerdings erheblich weniger als in den beiden anderen.

9. Hopfen. 20. Mai, 5 Uhr nachm. Es wurde ein Hopfensproß untersucht, an dem kein Blatt ausgewachsen war. Alle

Blätter färbten sich mit Jod blau bis schwarz, und zwar färbten sich die älteren schwarz, die jüngeren blau. Aber selbst das jüngste, etwa 1 qcm große Blatt färbte sich. Bei diesem Blatt saß die Stärke besonders in den Blattlappen.

Diese Beispiele werden genügen, um zu zeigen, daß die noch in Entwicklung begriffenen Blätter und Sprosse assimilieren. Meistens ist sogar schon morgens Stärke im Blatte nachweisbar. Die Assimilation ist selbst in kleinen Blättern bedeutend, und wenn die Stärkeablagerung hier vielleicht nicht so bedeutend ist wie in älteren, so kann das auch daran liegen, daß der Verbrauch an Assimilaten größer ist. Keinesfalls kann davon die Rede sein, daß die Sprosse in diesem Entwicklungsstadium deshalb gegen schweflige Säure weniger empfindlich sind, weil sie nicht assimilieren. Die Assimilation dieser Blätter ist nachgewiesen. Wo aber die Kohlensäure eindringt, muß auch die schweflige Säure hingelangen, nd ihre Einwirkung kann nicht deshalb unterbleiben, weil sie nicht zu den Chloroplasten gelangt. Wäre ihr Eingreifen in den Assimilationsprozeß wirklich entscheidend, dann müßten die Sprosse in dieser Jahreszeit ebenso empfindlich sein wie später. Übrigens gibt es auch Pflanzen, wo die Entwicklung der Sprosse mit Anfang oder Mitte Juni nicht abgeschlossen ist, so z. B. mehrere *Pinus*-Arten. Bei *Pinus Strobus*, *P. sylvestris*, *P. Austriaca* sind die Nadeln erst Anfang August ausgewachsen, bei *P. Mughus* wachsen sie bis Anfang Juli und bei *P. Cembra* wenigstens noch in der zweiten Hälfte des Juni.[1]) Und welcher Grund wäre dafür ersichtlich, daß die älteren Blätter der immergrünen Gewächse gegen schweflige Säure erst im Juni empfindlich werden sollten, wo sie doch schon im Frühjahr normal assimilieren?

Daß die Spaltöffnungen nicht geschlossen sein können, während die jungen Blätter und Sprosse sich entwickeln, wie WISLICENUS vermutet, geht ja einmal aus der Tatsache hervor, daß diese assimilieren, wie ich gezeigt habe, wird aber auch dadurch bewiesen, daß sich die Blätter und Nadeln in dieser Zeit mit Ammoniak färben, wenn die Zweige im Lichte damit behandelt werden.[2]) Ammoniak schlägt den in den Zellen enthaltenen Gerbstoff nieder indem es sich mit ihm zu einer in Wasser unlöslichen Verbindung vereinigt. Diese Niederschläge, die in den Vacuolen

---

1) A. WIELER. Über die jährliche Periodicität im Dickenwachstum des Holzkörpers der Bäume. — Tharandter forstliches Jahrbuch Bd. 48 S. 78 d. S. A.

2) FRIEDL WEBER. Über eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen. Ber. d. d. bot. Ges. XXXIV 1916 Heft 3.

der betreffenden Zellen entstehen, sehen braun aus und verleihen den Blattorganen einen braunen oder schwarzen Farbenton. In allen Fällen konnte auch in den jungen Blättern diese Färbung durch Ammoniak erhalten werden, aber diese Färbung ist weniger intensiv in diesem Entwicklungsstadium des Sprosses als im späteren, was sich nur so erklären läßt, daß jetzt noch nicht so viel Gerbstoff in den Zellen vorhanden ist als später im Sommer. Und diese Tatsache steht in Einklang mit der Angabe von KRAUS[1]), daß der Gerbstoffgehalt der Blätter im Laufe des Jahres zunimmt, da sie im Lichte Gerbstoff erzeugen. Diese Gerbstoffbildung ist an hohe Lichtintensitäten gebunden, und in den Versuchen soll sich die Bildung des Gerbstoffs in den Blättern am sichersten an schönen Sommertagen im Juli und August nachweisen lassen. An trüben Tagen soll die Gerbstoffbildung unterbleiben, während Kohlenstoffassimilation statt hat. Mit der Lichtintensität hängt es auch zusammen, daß die Lichtblätter reicher an Gerbstoff sind als die Schattenblätter. Nichtgrüne Blätter sind nicht fähig Gerbstoff zu bilden. Die Bildung des Gerbstoffs ist an die Gegenwart von Kohlensäure gebunden. „In CO_2freier Luft unterbleibt, unter Beleuchtungsverhältnissen, die in gewöhnlicher Atmosphäre zur Gerbstofferzeugung führen, in grünen Blättern jedwede Gerbstoffproduktion". (S. 7) Es macht demnach den Eindruck, als wenn der Gerbstoff ein Assimilationsprodukt der Chlorophyllkörner ist, doch wäre es unvorsichtig, sagt KRAUS, den Satz so auszusprechen, denn bei näherer Untersuchung ergibt sich, daß es sich nur um eine Coincidenz der Kohlenstoffassimilation und der Gerbstoffproduktion handelt. Es gibt zahllose Pflanzen, die alle Kohlensäure assimilieren und niemals Gerbstoff produzieren, aber auch bei den Pflanzen, die Gerbstoff im Lichte erzeugen, unterbleibt dieser Vorgang, wenn die Beleuchtung nicht intensiv genug ist. Daraus geht hervor, daß beide Prozesse keinen inneren Zusammenhang haben, sondern daß die Gerbstoffbildung im Blatte mit einem Prozeß zusammenhängt, der neben der Kohlenstoffassimilation einhergeht.

Da sich in den Blättern zwei vom Lichte abhängige Prozesse abspielen, so kann man ohne weiteres nicht behaupten, daß die im Lichte durch schweflige Säure hervorgerufene Beschädigung durch eine Beeinflussung der Assimilation zustande kommt. Vielmehr müßte das erst durch Versuche mit anderen Methoden nachgewiesen werden, um so mehr, als eine Beziehung zwischen den Schäden und dem Gerbstoff unverkennbar ist, hängt doch die bei den Rauch-

---

1) Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffs. Leipzig 1889.

schäden auftretende Farbenerscheinung mit dem Vorhandensein von Gerbstoff zusammen. Wie der Tod der Zellen bei Einwirkung von schwefliger Säure herbeigeführt wird, wenn sie längere Zeit in starker Verdünnung einwirkt, wissen wir bisher nicht, und dieser Sachverhalt gewinnt nicht an Klarheit durch die Annahme, daß die Schädigung über den Vorgang der Assimilation geht. Es liegt mir auch ganz fern, an die Stelle der Assimilation die Gerbstoffbildung setzen zu wollen, denn die Beziehungen der schwefligen Säure zu ihr sind ebenso dunkel. Vielmehr scheint es mir wahrscheinlich, daß die Empfindlichkeit des Plasmas gegen die Säure in den verschiedenen Abschnitten des Jahres ungleich groß ist; denn daß sich im Laufe der Entwickelung Veränderungen in den Blattzellen abspielen, ist unverkennbar. So nimmt der Gehalt der Zellen an Gerbstoff während der Vegetationsperiode zu und verändert sich die Farbe der Blätter. Das schöne helle Grün der jungen Sprosse wandelt sich in ein viel dunkleres Grün um, was bei vielen Pflanzen, ganz besonders schön bei der Rotbuche, zu beobachten ist. Es ist sehr fraglich, ob es sich dabei ausschließlich um eine Vermehrung des Chlorophylls handelt.

Selbstverständlich ist die Möglichkeit, daß bei den von WISLICENUS erhaltenen Schäden die Assimilation mit im Spiele ist, nicht von der Hand zu weisen, aber es wird durch seine Versuche in keiner Weise bewiesen, nicht einmal wahrscheinlich gemacht. Daß die Assimilation durch schweflige Säure beeinflußt wird, geht aus früher von mir veröffentlichten Versuchen nach der oben erwähnten Methode hervor. Offen bleibt nur die Frage, ob so starke Verdünnungen, wie sie in den Versuchen von WISLICENUS zur Anwendung kamen, einen wesentlichen Einfluß auf die Assimilation haben. Dies hätte durch besondere Versuche geprüft werden müssen, bei welchen keine Schädigung der Chloroplasten oder der Zellen eintrat. WISLICENUS benutzt aber gerade die Schädigung als Kriterium für die Assimilation, was methodisch verkehrt ist, da die unbewiesene Voraussetzung gemacht wird, daß eine Einwirkung des Lichtes nur die Assimilation treffen muß.

WISLICENUS gründet seine Schlußfolgerungen lediglich auf die Tatsache, daß sich die Bäume im Licht anders als im Dunkeln oder Schatten verhalten. Aber dies ungleiche Verhalten ließe sich viel einfacher erklären, nämlich dadurch, daß in den belichteten Blättern der Gasaustausch ein viel regerer ist als in den dunkel gehaltenen, und damit würde in dem gleichen Zeitraum mehr schweflige Säure eindringen, die das Zellplasma passieren müßte und von diesem in größerem Maße gespeichert werden könnte, so daß schneller eine schädliche Konzentration in den Zellen erreicht werden würde, die zum Tode führt, ohne daß die Schädigung eine Folge unterbliebener Assimilation wäre.

Nach den Abbildungen zu urteilen, die WISLICENUS seiner Veröffentlichung beigibt, sind die Erscheinungen, unter denen seine Versuchspflanzen absterben, die gleichen wie bei akuten Schäden, ein Absterben unter Auftreten von rötlichen Farbentönen, nur daß der Vorgang sich langsamer abspielt, immerhin noch sehr schnell, wenn man die starken Verdünnungen in Betracht zieht, die zur Anwendung kamen. Demnach scheinen die Zellen direkt durch die Säure getötet zu werden. Nach der Meinung von WISLICENUS sollen sie aber des Hungertodes sterben infolge unterbleibender Assimilation. Es müßten alsdann die äußeren Erscheinungen andere sein, wenn man von den ziemlich genau bekannten Verhältnissen bei der Rotbuche auf andere Baumarten schließen darf. Leider fehlen mikroskopische Untersuchungen der beschädigten Blätter und Nadeln aus den WISLICENUSschen Versuchen, sonst ließe sich schon aus dem anatomischen Befunde feststellen, auf welche Weise die Zellen gestorben sind.

Der verstorbene Oberförster OSTER in Aachen[1]) hatte in den unter Einwirkung von Hüttenrauch stehenden Waldungen in der Umgegend von Stolberg i. Rhld. festgestellt, daß sich die Einwirkung bei der Rotbuche in doppelter Weise bemerkbar machte. Es traten die bekannten rotbraunen Flecke und Ränder auf; daneben ging aber eine Verfärbung der Blätter einher, die ganz den Charakter einer herbstlichen Verfärbung trug. Im Probsteywalde trat sie in manchen Jahren schon im Juli auf. Von der Richtigkeit der OSTERschen Beobachtungen hat man sich viele Jahre lang überzeugen können. Ich habe die Blätter solcher herbstlich verfärbter Bäume untersucht und gefunden, daß entsprechend der äußeren Verfärbungserscheinungen die gleichen Vorgänge sich abspielen wie in den Zellen sich normal herbstlich verfärbender Blätter[2]), während in den rotbraunen Flecken die Zellen gleichsam unter Gerinnung des Inhalts und unter Auftreten der rotbraunen Färbung getötet waren.

Dieselbe vorzeitige Verfärbung konnte ich auch in Beräucherungsversuchen mit der Rotbuche erhalten. Unter der Einwirkung der schwefligen Säure begann ein Hellerwerden der grünen Blätter, und die Verfärbung im Sinne einer herbstlichen schritt fort, auch wenn die Einwirkung der Säure aufgehört hatte, bis zum vorzeitigen Blattfall.[1])

---

[1]) WIELER; Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Vegetation. Berlin 1905. Anhang.

[2]) l. c. S. 89.

Bei den Rotbuchen ist demnach unbedingt der Chloroplast empfindlicher gegen die Säure als das Zellplasma. Es führt aber nicht zu einem Absterben unter den gleichen Farbenerscheinungen wie bei akuten Schäden. Es ist deshalb höchst wahrscheinlich, daß auch in allen den Fällen, wo die Charaktere der akuten Beschädigung auftreten, selbst wenn es sich um chronische Schäden handelt, das Zellplasma direkt durch die Säure getötet wird. Wenn nun auch vielleicht anzunehmen ist, daß die Chloroplasten in den Versuchen von WISLICENUS zuerst gelitten haben, so sind doch die Zellen durch die Säure getötet worden, und nicht sind die Zellen abgestorben, weil die Assimilation aufgehört hatte.

Die Untersuchungen von WISLICENUS zeigen, daß die Bäume unter den von ihm eingehaltenen Versuchsbedingungen — ob sie sich in der Natur ebenso verhalten? — gegen schweflige Säure im Lichte ganz außerordentlich empfindlich sind, sie geben aber keinen befriedigenden Aufschluß darüber, welche Vorgänge sich beim Absterben der Blattzellen abspielen.

Aachen, Botan. Institut d. Techn. Hochschule, im Oktober 1916.

---

49. A. Ursprung und G. Blum: Zur Methode der Saugkraftmessung.

(Eingegangen am 7. Oktober 1916.)

Die in dieser Zeitschrift mitgeteilten Untersuchungen[2]) über die Verteilung und die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes sollten auch als Vorarbeit dienen für entsprechende Studien über die Saugkraft.

Das Vorhandensein einer Saugkraft in bewurzelten Pflanzen, abgeschnittenen Sprossen und Blättern ergab sich von jeher aus der Wasserabsorption ganzer Pflanzen und abgetrennter Organe. Schon längst wissen wir ferner, daß die Saugkraft nicht nur in lebenden sondern auch in toten Zellen ihren Sitz haben kann.

---

[1]) l. c. S. 209 ff.

[2]) A. URSPRUNG und G. BLUM, Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze. — Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes. — Diese Berichte 1916, p. 88—123.

A. Für **tote Zellen** bildet das schönste Beispiel der Farnannulus, in dem die Saugkraft 300 Atm. übersteigen kann. Damit dieser hohe Wert möglich ist, muß die Quellungskraft der Wand und die Kohäsion des Wassers ebenfalls 300 Atm. erreichen, und es darf überhaupt vorher keine Blasenbildung erfolgen.

Eine Flüssigkeitskohäsion von dieser und noch bedeutenderer Größe war zwar theoretisch schon längst abgeleitet, experimentell aber erst 1915 bestimmt worden. Hohe Quellungskräfte hat REINKE[1]) bereits 1879 nachgewiesen. Für den Druck, der nötig ist, um aus *Laminaria*laub mit einem Wassergehalt von 93 pCt. Wasser auszupressen, fand er 200 Atm.; bei einem geringeren Wassergehalt wollte Auspressung überhaupt nicht mehr gelingen. Nach RODEWALD[2]) zieht trockene Stärke das Wasser mit einer Kraft von über 2000 Atm. an. Für Holzmehl aus Fichtenholz fand VOLBEHR[3]) als mittleren Druck, unter dem das Wasser in der gequollenen Faser steht, 1674 Atm. Wenn die Blasenbildung z. B. in Equisetensporangien[4]) viel leichter erfolgt als in Polypodiaceensporangien, so daß nur relativ kleine Saugkräfte möglich sind, so ist das nicht durch eine geringere Kohäsion bedingt, denn das abweichende Verhalten bleibt auch dann bestehen, wenn beide Sporangien mit demselben Wasser gefüllt werden.[5])

Für das Saftsteigen sind die Saugkräfte von besonderem Interesse, die im Innern toter Leitbahnen auftreten. Die früheren Bestimmungen an Blasen führenden Leitbahnen (v. HÖHNEL, SCHWENDENER etc.) hatten zu Drucken zwischen + 1 und 0 Atm. geführt und naturgemäß auch keine größeren Saugkräfte ergeben können. Bei unseren neueren Untersuchungen an blasenfreien Leitbahnen operierten wir mit Tracheiden und Gefäßen. Die Tracheiden wurden aus Blättern und Zweigen von Koniferen durch bloßes Zerzupfen isoliert und im wassergefüllten Zustande in die früher[6]) beschriebenen kleinen Exsikkatoren gebracht; beim Verdunsten traten im Füllwasser Zugspannungen auf. Die Gefäße befanden sich in lebenden, beblätterten *Clematis-* und *Cornus*sprossen[1]), die mit der Schnittfläche in Hg tauchten. Das Quecksilber stieg bedeutend über das korrigierte Barometerniveau empor, womit in noch anschaulicherer Weise Zugspannungen auch im Füllwasser von Gefäßen lebender Sprosse demonstriert war.

---

[1]) J. REINKE, Untersuchungen über die Quellungen einiger vegetabilischer Substanzen. Botan. Abh. von HANSTEIN IV, p. 55; 1879.

[2]) H. RODEWALD, Versuchsstat. 1894, Bd. 45, p. 237; Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. 24, p. 193; 1897.

[3]) B. VOLBEHR, Unters. über die Quellung der Holzfaser. Inaug.-Diss. Kiel 1896.

[4]) A. URSPRUNG, Dritter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Diese Berichte 1916.

[5]) Vgl. hierzu auch URSPRUNG, Über die Blasenbildung in Tonometern. Diese Berichte 1915, S. 140.

[6]) A. URSPRUNG, Über die Kohäsion des Wassers im Farnannulus. Diese Berichte 1915, p. 159.

Damit ist nun wohl gezeigt, daß Zugspannungen im Füllwasser der Leitungsbahnen entstehen können; es ist aber nicht bewiesen, daß diese Zugspannungen auch in der intakten Pflanze unter normalen Verhältnissen auf die Dauer vorhanden sind. Das letztere aber ist nötig, wenn Zugspannungen bei der Mechanik des Saftsteigens wirklich eine Rolle spielen. Das Unnatürliche der Versuchsbedingungen liegt ja auf der Hand: im ersten Falle grenzten isolierte Tracheiden an Luft, im zweiten Falle tauchte die Schnittfläche des Sprosses in Hg, so daß die Blätter wohl transpirieren, der Sproß aber kein Wasser von außen aufnehmen konnte. Wie weit selbst im zweiten Falle, der den natürlichen Verhältnissen am nächsten kommt, die Versuchsresultate täuschen können, zeigen blutende Sprosse. Hier herrscht in den Leitbahnen der intakten Pflanze ein positiver Druck, während das in den angeschnittenen Leitbahnen aufsteigende Quecksilber gleichzeitig Zugspannung anzeigt.

Da die toten Leitbahnen von lebenden Zellen umgeben sind, werden auch ihre Saugkräfte durch die Saugung lebender Zellen hervorgerufen. So kann z. B. unter normalen Verhältnissen die Saugkraft eines Gefäßes nicht größer sein als die des angrenzenden Blattparenchyms; das Gefäß vermag aber in der Wurzel Wasser nur dann aufzunehmen, wenn es an dieser Stelle stärker saugt als das angrenzende Wurzelparenchym.

B. Über die Saugkraft **lebender Zellen** liegen keine speziellen Untersuchungen vor. Das Minimum ist natürlich Null und wird bei voller Wassersättigung erreicht. Das Maximum ist in einer turgeszenten Zelle kleiner als die Saugkraft des Zellsaftes bei Grenzplasmolyse; dagegen sind nach Aufhebung der Turgeszenz noch höhere Werte möglich. Man denke nur an das Wassergewebe, das durch Fältelung der Wand das Volumen weit unter die Dimensionen bei Grenzplasmolyse reduzieren kann. Durch einfache Überlegung ergibt sich ferner, daß die Saugkraft in verschiedenen Teilen derselben Pflanze verschieden sein muß. Es sollen hierfür, unter Annahme des Fehlens von Blutungstätigkeit, einige Beispiele erwähnt werden. Bei *Penicillium* kann der Konidienträger dem im Substrat lebenden Mycel Wasser nur dann entnehmen, wenn er es stärker anzieht; im Konidienträger selbst ist zur Wasserversorgung nötig, daß jede Zelle eine etwas höhere Saugkraft besitzt als die nächst untere. Für höhere Pflanzen gilt mutatis mutandis natürlich dasselbe. Bei erschwerter Wasserzufuhr welken die an der Pflanze befindlichen Blüten rascher als die abgeschnittenen, was auf Wasserentzug durch die Blätter, also auf eine stärkere Saugkraft der letzteren hinweist. Aber auch in einem Blatt selbst müssen Differenzen vorhanden sein. Wenn z. B. die Palisaden dem angrenzenden Wassergewebe soviel Wasser entziehen, daß dieses seine Wände in Falten legt, so ist das durch Unterschiede in der Saugkraft bedingt. Saugkraftdifferenzen ermöglichen den Schließzellen die Wasseraufnahme aus der Epidermis. Endlich kann die Saugkraft selbst in verschiedenen Teilen derselben Zelle verschieden sein.

---

[1]) A. URSPRUNG, Dritter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Diese Berichte 1916.

Renners Bemühungen die Saugkraft zu messen, ergaben tatsächlich nur Werte für den Filtrationswiderstand¹). Meine Verfahren durch Ansaugen von Hg die Flüssigkeitskohäsion zu demonstrieren²), demonstrieren gleichzeitig auch eine Saugkraft, aber nicht die der intakten Pflanze. Denn — wie schon erwähnt — kann in einem, beim Abschneiden blutenden Gefäß das Hg über Barometerniveau steigen, obschon also in natura ein positiver Druck vorhanden war. Mit diesen und ähnlichen Methoden könnte aber, auch wenn sie zuverlässig wären, die Saugkraft nur für ganze Organe bestimmt werden, nicht aber für einzelne Zellen.

Ein ganz anderer Weg wurde schon vor mehr als 30 Jahren von de Vries³) angegeben. Um die „Saugkraft transpirierender Blätter" zu messen, braucht man hiernach „nur die Konzentration derjenigen Salpeterlösung zu ermitteln, in welcher die betreffenden Blätter weder Zu- noch Abnahme ihrer Größe zeigen". Wie sich de Vries die praktische Ausführung dachte, ist nicht zu sagen, da Bestimmungen meines Wissens nie vorgenommen wurden. Bei einem Organ, das so viele und große Interzellularen besitzt, wäre

---

1) A. Ursprung, Filtration und Hebungskraft. Diese Berichte 1915, p. 112.

2) A. Ursprung, Über die Bedeutung der Kohäsion für das Saftsteigen; l. c. 1913, p. 402. — Zweiter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion; l. c. 1915, p. 253. — Dritter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion; l. c. 1916.

3) de Vries, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Pringsh. Jahrb., Bd. 14, p. 562.

zuerst zu untersuchen, in wie weit kleine Volumänderungen der Zellen Dimensionsänderungen des ganzen Organs bedingen. Jedenfalls sind jene Zellvergrößerungen, welche in die Interzellularen hinein erfolgen, äußerlich am Blatt nicht zu erkennen. Auf diese Weise bleibt natürlich auch die Saugkraft einzelner Zellen unbestimmbar.

PFEFFER[1]) schreibt in seiner Energetik: „Dieses (das Energiepotential im lebenden Parenchym) findet seinen Ausdruck in der Senkung der Turgorkraft unter den in den gegebenen Bedingungen maximalen Turgeszenzzustand, denn mit Erreichung des letzteren ist, wie hoch die osmotische Kraft immer sein mag, eine wasserbefördernde Wirkung ausgeschlossen. Demgemäß ist mit der vergleichend plasmolytischen Methode in unseren Fragen nichts zu erreichen, wohl aber sind in Beachtung von Biegungselastizität, Kompressionswirkung, Wasseraufnahme bis zum Maximalturgor usw. Mittel geboten, um diese Turgorsenkung mehr oder weniger genau zu ermitteln."

Weitere Angaben über die Methode der Saugkraftmessung sind mir nicht bekannt geworden.

Unter den verschiedenen Wegen, die zur Bestimmung der Saugkraft einzelner Zellen führen können, habe ich zwei eingeschlagen; für ihre Auswahl waren die folgenden Gesichtspunkte maßgebend. Die Volumänderung einzelner Zellen sollte direkt ermittelt und aus bereits erwähnten Gründen nicht aus Dimensions- oder Krümmungsänderungen ganzer Organe erschlossen werden, die Kraft, mit der eine Zelle Wasser einsaugt, läßt sich angeben durch die Kraft, die nötig ist, um dieses Einsaugen zu verhindern; dies wiederum ist möglich auf mechanischem und osmotischem Wege. Will man mechanisch vorgehen, so hat man die Druck- oder Biegungskraft zu messen, welche die Wasseraufnahme äquilibriert. Das ist aber an Einzelzellen nicht durchführbar und bei Organen oder Gewebestücken stoßen wir, wenn auch nicht immer so doch meistens, auf die angeführte Fehlerquelle. Dazu gesellen sich noch andere Schwierigkeiten, deren Erörterung unterbleiben kann.

Was die Terminologie betrifft, so soll die Bezeichnung „Kraft" beibehalten werden, obschon es sich ja um $\frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$ handelt, also um eine Größe die nicht in Kg sondern in Atm. gemessen wird. Man pflegt ja auch in der Physik von Zug- und Druckkräften zu reden.

---

[1]) W. PFEFFER, Studien zur Energetik der Pflanze. 1892, p. 259.

I. Methode.

Die Saugkraft einer lebenden Zelle ist die Resultante aller auf den Ein- und Ausstrom des Wassers hineinarbeitenden Kräfte.

Für den Einstrom ist zu berücksichtigen die osmotische Saugung des Inhaltes und jeder von außen wirkende Zug, der das Volumen der Zelle zu vergrößern strebt. Dagegen kommen negative Spannungen im Innern turgeszenter Zellen natürlich nicht vor. Für den Ausstrom fällt in Betracht die Spannung der elastisch gedehnten Wand, sowie jeder von außen wirkende Druck, der das Volumen der Zelle zu verkleinern strebt. Der Zentraldruck ist zu vernachlässigen. Lassen sich auch die Außenkräfte (Gewebespannung usw.) vernachlässigen, so wird:

Saugkraft der Zelle = Saugkraft des Inhaltes = Wanddruck.

Die erste Methode besteht in der Ermittlung der Resultante durch Messung der Komponenten.

Die Saugkraft des Inhaltes ergibt sich aus dem osmotischen Wert bei unverändertem Zellvolummen und den Tabellen von MORSE bzw. Lord BERKELEY und HARTLEY. Zu messen ist der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse mit Rohrzucker, sowie das Zellvolumen im normalen Zustand und bei Grenzplasmolyse. Der Wanddruck bei normalem Volumen berechnet sich aus dem Wanddruck bei Wassersättigung (=osmot. Druck bei Wassersättigung, da Gleichgewicht herrscht) und bei Grenzplasmolyse (= Null).

Nach dieser Übersicht können wir auf die Ermittlung der einzelnen Größen näher eingehen.

Die Messung des Zellvolumens gestaltet sich einfach, wenn Rotationskörper, besonders Kugel oder Zylinder, vorliegen. Auch prismatische Zellen mit unregelmäßig begrenztem Querschnitt bieten keine Schwierigkeit, wenn man den Querschnitt bei starker Vergrößerung z. B. auf Milimeterpapier zeichnet und wenn sich die Zelldicke genau genug messen läßt. Muß man die Zelle in Abschnitte von Kugeln, Kegeln, Zylindern, Ellipsoiden usw. zerlegen, so wird die Inhaltsberechnung komplizierter und ungenauer und läßt sich bei unregelmäßiger Gestalt überhaupt nicht mehr befriedigend durchführen. Es sind daher für unsere Zwecke möglichst regelmäßig geformte Zellen auszusuchen. Wo kein Rotationskörper vorliegt, wie z. B. bei der Epidermis, muß auch die Zelldicke d. h. die Dimension in Richtung der Mikroskopachse gemessen werden. Man kann sich hierzu der Mikrometerschraube bedienen, doch ist auf den Brechungsexponenten der Beobachtungsflüssigkeit Rücksicht zu nehmen. Die gemessene Dicke ist mit ihm zu multiplizieren um die wirkliche Dicke zu finden. Die Brechungsexponenten der benutzten Flüssigkeiten sind nach Bestimmungen mit dem Refraktometer nach FÉRY[1]): Wasser = 1,332; Paraffinöl = 1,427; die Rohrzuckerlösungen schwankten zwischen 0,71 Mol. = 1,368 und 1,0 Mol. = 1,383. Einfacher ist es jedoch die Luftschicht zwischen Objektiv und Deckglas durch die Beobachtungsflüssigkeit zu ersetzen, dann stimmt die gewonnene Dicke mit der wirklichen überein.

Die Messung des normalen, unveränderten Zellvolumens hat in einem Medium zu geschehen, das keine Volumänderung verursacht, Wasser bleibt somit ausgeschlossen; in Luft ist die Beobachtung erschwert und Verdunstung zu befürchten. Es wurde daher das intakte, an der unversehrten Pflanze befindliche Organ unter Paraffinöl geschnitten und der Schnitt unter Paraffinöl untersucht ohne vorher mit einer anderen Flüssigkeit oder Luft in Berührung gekommen zu sein. Die Wahl fiel auf Paraffinöl, weil es nach den vorliegenden Erfahrungen von SCHMIDT, HELLER[2]) und SCHILLING[3]) weder in die lebende Zelle einzudringen, noch einen chemischen Einfluß auszuüben scheint. Dagegen war mit der gewünschten Aufhebung der Transpiration eine Erschwerung der Atmung verbunden, die jedoch während der kurzen Dauer der Untersuchung kaum von Nachteil sein konnte. Diesbezügliche Versuche zeigten uns auch, daß in Paraffinöl, während der in Betracht fallenden Zeit, weder der osmotische Wert, noch das Volumen oder die Fähigkeit der Volumänderung merkbar beeinflußt werden. Selbst fast plasmolysierte, also mit relativ hoher Saugkraft begabte Zellen ergaben bei längerem Liegen in Paraffinöl keine Volumzunahme.

Das Deckglas ist stets zu unterstützen, um einen Druck auf die Zelle und eine dadurch ermöglichte Formänderung auszuschließen.

Der Wechsel der Flüssigkeiten (Paraffinöl, Rohrzucker, Wasser) erfolgt entweder bei aufgelegtem Deckglas, wobei man solange durchsaugen muß, bis die alte Flüssigkeit sicher entfernt ist oder durch Übertragen des Schnittes. Auf letztere Art läßt sich besonders das Paraffinöl leichter entfernen und der Wechsel rascher erreichen; doch muß die Übertragung mit genügender Vorsicht geschehen, damit die Zelle ihre Lage nicht ändert.

---

[1]) Herrn Dr. v. HAUER danke ich für Überlassung des Apparates.

[2]) HELLER, Über die Wirkung ätherischer Öle und einiger verwandter Körper auf die Pflanzen. Flora, Bd. 93, p. 1; 1904.

[3]) SCHILLING, Über hypertrophische u. hyperylastische Gewebewucherungen an Sproßachsen, verursacht durch Paraffine. Jahrb f. wiss. Bot., Bd. 55, p. 177; 1915.

Das für unsere Zwecke geeigneteste Plasmolytikum ist aus verschiedenen Gründen Rohrzucker. Unter den von TRUE[1]) geprüften Stoffen ist er der unschädlichste, indem er weder giftig wirkt, noch den Zellen das Wasser zu rasch entzieht. Er gehört auch zu den Substanzen, bei denen Fehler durch Permeieren in die Zelle am wenigsten zu befürchten sind.[2]) Ferner läßt sich für ihn, auf Grund der Untersuchungen von MORSE, Lord BERKELEY und HARTLEY der osmotische Druck genau angeben, was natürlich sehr wichtig ist, wenn man den absoluten Wert der Saugkraft messen will.

MORSE[3]) und seine Mitarbeiter operierten mit gewichtsnormalen (xGM Rohrzucker auf 1000 g Wasser), BERKELEY und HARTLEY[4]) mit volumnormalen (xGM Rohrzucker in 1 Liter Lösung) Lösungen. MORSES Messungen erstrecken sich bis 1 Mol, sind aber in Intervallen ven $^1/_{10}$ Mol ausgeführt, während BERKELEYS Messungen vornehmlich höhere Konzentrationen betreffen und nur in weiteren Zwischenräumen erfolgten. Die folgende Tabelle fertigen wir uns an, um die Auffindung des Druckes zu einer bestimmten Konzentration zu erleichtern. Die schief gedruckten Zahlenwerte sind den Arbeiten der genannten Autoren direkt entnommen, die übrigen von uns berechnet. Die zur Umrechnung nötigen Daten für das spez. Gewicht und die Volumkontraktion finden sich bei MORSE. Die Temperaturkorrektion für 20° erfolgte nach der Gleichung $P_t = P_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$ Bis 1 Mol gewichtsnormal wurde nur MORSE berücksichtigt.

---

[1]) TRUE, The physiological action of certain plasmolyting agents. Botan. Gaz. 1898, Vol. 26, p. 407.

[2]) Selbstverständlich ist auf alle Fehlerquellen genau zu achten, also u. a. dafür zu sorgen, daß die Zellen ganz normal sind und nicht etwa Erscheinungen des „langsamen Absterbens“ zeigen. — Dem Zucker könnte man vorwerfen, daß er schwieriger durch die Zellwand trete als Salpeter und daß daher statt der Abhebung des Plasmas eine Einstülpung der Wand zu befürchten sei; indessen ist uns bei den bisherigen Untersuchungen eine solche Störung — die zu hohe Werte ergeben müßte — nicht aufgefallen. — Während des Aufenthaltes in den verschiedenen Lösungen dürfen sich natürlich auch keine Wachstumserscheinungen abspielen.

[3]) H. N. MORSE, The osmotic pressure of aqueous solutions. Washington, D. C. Published by the Carnegie Institution of Washington. 1914. Publication 198, p. 184.

[4]) BERKELY and HARTLEY, On the osmotic pressures of some concentrated aqueous solutions. Phil. Trans. Roy. Soc. London. Ser. A, Vol. 206, p. 503; 1906. — BERKELEY, Note on the application of van der Waals' Equation to solutions. Proc. Roy. Soc. London. Ser. A, Vol. 79, p. 126.

Osmotischer Druck von Rohrzuckerlösungen.

Mol Rohrzucker auf 1000 g Wasser	Mol Rohrzucker in 1 Liter Lösung	Osmotischer Druck bei 20° in Atm.	Mol Rohrzucker auf 1000 g Wasser	Mol Rohrzucker in 1 Liter lösung	Osmotischer Druck bei 20° in Atm.	
	0,010	0,264		0,460	13,009	
	0,020	0,528		0,470	13,335	
	0,030	0,793		0,480	13,661	
	0,040	1,057		0,490	13,987	
	0,050	1,321		0,500	14,313	
	0,060	1,586		0,510	14,638	
	0,070	1,850		0,520	14,964	
	0,080	2,114		0,530	15,290	
	0,090	2,379	*0,6*	0,533	*15,388*	
0,1	0,098	*2,590*		0,540	15,637	
	0,100	2,643		0,550	15,993	
	0,110	2,906		0,560	16,349	
	0,120	3,169		0,570	16,705	
	0,130	3,432		0,580	17,061	
	0,140	3,695		0,590	17,416	
	0,150	3,959		0,600	17,772	
	0,160	4,222	*0,7*	0,610	*18,128*	
	0,170	4,485		0,620	18,498	
	0,180	4,748		0,630	18,869	
	0,190	5,011		0,640	19,239	
0,2	0,192	*5,064*		0,650	19,609	
	0,200	5,290		0,660	19,979	
	0,210	5,572		0,670	20,350	
	0,220	5,855		0,680	20,720	
	0,230	6,137	*0,8*	0,685	*20,905*	
	0,240	6,419		0,690	21,100	
	0,250	6,702		0,700	21,491	
	0,260	6,984		0,710	21,881	
	0,270	7,266		0,720	22,272	
	0,280	7,549		0,730	22,663	
0,3	0,282	*7,605*		0,740	23,053	
	0,290	7,838		0,750	23,444	
	0,300	8,129	*0,9*	0,757	*23,717*	
	0,310	8,420		0,760	23,844	
	0,320	8,711		0,770	24,267	
	0,330	9,002		0,780	24,691	
	0,340	9,293		0,790	25,114	
	0,350	9,584		0,800	25,537	
	0,360	9,875		0,810	25,961	
0,4	0,369	*10,137*		0,820	26,384	
	0,370	10,169	*1,0*	0,826	*26,638*	
	0,380	10,483		0,878	28,73	Berkeley
	0,390	10,798		1,229	47,19	
	0,400	11,112		1,580	72,46	
	0,410	11,427		1,931	108,16	
	0,420	11,741		2,195	143,54	
	0,430	12,056		2,485	196,4	
	0,440	12,371				
	0,450	12,685				
0,5	0,452	*12,748*				

Wir kommen zum Wanddruck. Den Wanddruck bei normalem Volumen leiten wir ab aus dem Wanddruck bei Grenzplasmolyse (=Null) und bei Wassersättigung (=osmotischer Druck bei Wassersättigung). Um dies tun zu können müssen wir die Beziehungen kennen, die in einer turgeszenten Zelle zwischen Wanddruck und Zellvolumen herrschen. Nach NÄGELI und SCHWENDENER[1]) wächst, innerhalb der Elastizitätsgrenze der Wandungen, die Spannung der Wand notwendig in demselben Verhältnis wie der hydrostatische Druck oder, was dasselbe ist, mit dem in die Zelle aufgenommenen Wasservolumen. Diese Angabe wird auch von PFEFFER[2]) übernommen. Ein Beweis für ihre Richtigkeit ist an den zitierten Stellen jedoch nicht erbracht. In einfacher Ableitung findet er sich in einer Arbeit von SACERDOTE[3]). Hiernach ist für eine Hohlkugel mit dünner Wand:

$$\left(\frac{\Delta V_1}{V_1}\right) = -3a\left[(1-2\sigma)\,p' - (1-\sigma)\,\frac{R}{2e}\,(p-p')\right]$$

und für einen Hohlzylinder mit dünner Wand und starren Endflächen:

$$\left(\frac{\Delta V_1}{V_1}\right) = -a\left[2\,(1-2\sigma)\,p' - (2-\sigma)\,\frac{R}{e}\,(p-p') + (1-2\sigma)\,p''\right]$$

Hierin bedeutet R = Radius, e = Wanddicke, p und p' = Druck auf die innere und äußere Seite der Wand, V_1 = Volumen, a und σ = Konstante.

Wenn nun $\frac{R}{e}$ sehr groß ist und der Einfluß des zweiten Termes überwiegt, wird die Volumenvergrößerung dem Überdruck $p - p'$ proportional. Hieraus folgt, daß die Wanddruckzunahme der Volumenzunahme nicht genau, sondern nur näherungsweise proportional ist. Diese Proportionalität gilt ferner nur solange die Elastizitätsgrenze nicht überschritten wird und solange der Elastizitätsmodul konstant bleibt.

Was die Elastizitätsgrenze der Zellwand betrifft, so ist ihre Überschreitung in unseren Versuchen in der Regel nicht zu befürchten. So verlängern sich nach SCHWENDENER und KRABBE[4]) junge Markzylinder beim Einlegen in Wasser (unter Ausschluß von Wachstum) von 100 auf 125—130 und gehen nach Plasmolyse wieder genau auf die Länge zurück, die sie in einer gleich nach ihrer Isolierung vorgenommenen Plasmolyse hatten. Daß es auch

---

[1]) NÄGELI und SCHWENDENER, Das Mikroskop. 2. Aufl. 1877, p. 404.

[2]) PFEFFER, Physiologische Untersuchungen 1873, p. 49.

[3]) SACERDOTE, Sur les déformations élastiques des vases minces. Journ. de physique, T. VII, p. 516; 1898.

[4]) SCHWENDENER und KRABBE, Über die Beziehungen zwischen dem Maß der Turgordehnung usw. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 25, p. 5; 1893.

Ausnahmen gibt, zeigt z. B. das Platzen von in feuchter Luft gewachsenen Wurzelhaaren beim Einlegen in Wasser [1]).

Über das Verhalten des Elastizitätsmoduls innerhalb der Elastizitätsgrenze liegen ausreichende Bestimmungen nicht vor. PFEFFER [2]) schreibt, gestützt auf eigene Versuche an Cynareenstaubfäden: „Vermutlich wird bei Zellwänden zumeist, wie beim tierischen Muskel, mit zunehmender Dehnung derselbe Spannungszuwachs eine etwas geringere Verlängerung bewirken“ [3]). Bei derartigen Dehnungsversuchen mit pflanzlichen Geweben muß man berücksichtigen, daß in vielen Fällen die Verlängerung des Gewebes nicht nur durch Dehnung der Zellwände, sondern auch durch Deformation der Zellen bedingt sein kann. Außerdem ist zu bedenken, daß die Zellen in verschiedene Lösungen (Paraffinöl, Wasser, Rohrzucker) gebracht werden und daß daher geprüft werden muß, ob die dadurch bedingten Quellungsdifferenzen den Elastizitätsmodul beeinflussen.

Bei dieser Sachlage schienen einige orientierende Versuche wünschenswert. Zunächst benutzten wir einen Kautschukschlauch, dessen Volumänderung direkt gemessen wurde durch Einschließen des Schlauches in ein weites, mit Wasser gefülltes Glasrohr, das in eine enge, auf einer Millimeterteilung befestigte Kapillare auslief. An dem einen Ende war der mit Wasser gefüllte Schlauch mit Quecksilbermanometer und Niveaugefäß in Verbindung, so daß sein Innendruck beliebig variiert und bequem abgelesen werden konnte. Die Messungen werden erschwert durch die elastische Nachwirkung und es sind brauchbare Zahlen nur unter Berücksichtigung dieses Umstandes zu erhalten. Die zuverlässigsten Werte ergaben sich bei gleichmäßiger Verringerung des hydrostatischen Druckes in dem gespannten Schlauch. Eine solche Reihe ist im folgenden mitgeteilt:

Druckabnahme in cm Hg:	1	1	1	1	1	1	1	1
Entsprechende Volumabnahme:	10	11	11	11	11	11	11	11

Sie weist innerhalb der Versuchsgrenzen auf Proportionalität hin.

Zur Prüfung des Verhaltens lebender Zellen gingen wir von folgender Überlegung aus. Eine Zelle besitze bei Grenzplasmolyse das Volumen 75 und den osmotischen Wert 0,60 (Mol Rohrzucker); ihre Saugkraft ist dann gleich der Saugkraft von 0,60 Mol Rohrzucker, da der Wanddruck = 0. Dieselbe Zelle nehme nach Liegen in Wasser das Volumen 97 an, erhalte folglich den osmotischen Wert 0,46; da die Saugkraft der Zelle 0 ist, muß auch der Wanddruck 0,46 werden. Herrscht nun wirklich die in Rede stehende Proportionalität, so muß der halben Zunahme des Wanddruckes auch die halbe Volumzunahme entsprechen, d. h. es muß beim Wanddruck $\frac{0,46}{2} = 0,23$ das Volumen $75 + \frac{97 - 75}{2} = 86$ betragen. Legte man die Zelle in 0,30 Mol Rohrzucker, so daß sie die Saugkraft dieser Lösung annahm, so wurde ihr Volumen in dem untersuchten Falle 87 (also annähernd 86), woraus sich für den Zellinhalt die Saugkraft von 0,52 Mol Rohrzucker berechnet, was den Wanddruck 0,22 (statt 0,23) ergibt. Bei der Untersuchung wurde nicht mit einzelnen Zellen, sondern mit langen, schmalen Streifen von jungem Hollundermark operiert, deren Volumdifferenzen den Längendifferenzen annähernd gleich gesetzt werden konnten. Nach Wassersättigung kam die eine Längshälfte in 0,60, die andere in 0,30 Mol Rohrzucker.

---

[1]) WORTMANN, Beiträge zur Physiologie des Wachstums. Bot. Ztg. Bd. 47; 1889.

[2]) PFEFFER, Pflanzenphysiologie II, p. 62.

[3]) Vgl. auch DETLEFSEN, Arb. d. Würzb. Inst. III. 1888.

Zum Schlusse sei die praktische Durchführung von Methode I noch an einem Beispiel erläutert.

Beispiel. Topfpflanze von *Hedera*, seit Wochen im Arbeitszimmer stehend. Epidermiszelle der Blattoberseite. 25. III. 1916. 3^{h}p. m.

Unter Paraffinöl geschnitten, in Paraffinöl untersucht (Flächenschnitt). Bei stärkster zulässiger Vergrößerung auf Millimeterpapier gezeichnet. Flächeninhalt = 2454; Dicke mit Mikrometerschraube gemessen = 9, multipliziert mit dem Brechungsexponenten des Paraffinöls (1,427) = 12,84. Somit Volumen in Paraffinöl = 31509.

Schnitt in dest. Wasser gebracht. Flächeninhalt derselben Zelle = 2486; Dicke = 10,5, multipliziert mit dem Brechungsexponenten des Wassers (1,332) = 13,99. Somit Volumen in Wasser = 34779.

Schnitt in 0,78 Mol Rohrzucker gebracht (hier tritt nach Vorversuch Grenzplasmolyse ein). Flächeninhalt = 1989; Dicke = 8, multipliziert mit Brechungsexponenten von 0,78 Mol Rohrzucker, (ca. 1,37) = 10,96. Somit Volumen in Rohrzucker = 21799.

Da der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse = 0,78 so berechnet sich der osmotische Wert in Wasser zu 0,49 und
der osmotische Wert in Paraffinöl zu 0,54.

Hieraus ergibt sich — unter Annahme von Proportionalität zwischen Zunahme des Wanddruckes und Zellvolumens — für den Wanddruck in Paraffinöl, d. h. im normalen Zustand, 0,37.

Somit wird — unter Vernachlässigung der Außenkräfte — Saugkraft der Zelle = Saugkraft des Inhaltes 0,54 — Wanddruck 0,37 = 0,17; d. h. die Saugkraft der Zelle ist gleich der Saugkraft einer Rohrzuckerlösung von 0,17 Mol oder gleich 4,49 Atm.

II. Methode.

Bringen wir eine Zelle mit der Saugkraft s in eine Rohrzuckerlösung mit der Saugkraft $>$ s, so nimmt das Volumen der Zelle ab, in einer Zuckerlösung mit der Saugkraft $<$ s nimmt das Volumen zu, in einer Lösung mit der Saugkraft s bleibt das Volumen dasselbe. Zur Ermittelung der Saugkraft braucht man also nur jene Zuckerkonzentration zu ermitteln, in welcher die Zelle ihr Volumen nicht ändert.

Praktisch wurde folgendermaßen verfahren. Das unversehrte, an der intakten Pflanze befindliche Organ wurde unter Paraffinöl geschnitten; die in Paraffinöl liegende Zelle (Deckglas unterstützt) bei stärkster zulässiger Vergrößerung gezeichnet und der Umfang möglichst genau gemessen. Bei Epidermen oder anderen Zellen, die in der Dicke stärkere Schwankungen erwarten ließen als im Umfang, wurde auch die Dicke gemessen, dabei aber stets (um die Multiplikation mit dem Brechungsexponenten zu umgehen) zwischen Deckglas und Objektiv die betreffende Beobachtungsflüssigkeit gebracht. Durch Probieren wurden 2 Rohrzuckerkonzentrationen gesucht, von denen die eine das Zellvolumen ein wenig vergrößerte, die andere ein wenig verkleinerte. Die indifferente Konzentration, welche die gesuchte Saugkraft der Zelle besitzt, mußte nun zwischen diesen beiden Werten liegen und ließ sich durch Näherung der beiden Grenzwerte mit steigender Genauigkeit ermitteln. Dabei ist selbstverständlich für jede Zuckerkonzentration ein neuer Schnitt anzufertigen.

Diese Methode hat gegenüber der ersten ihre Vorteile. Die genaue Messung des Volumens, die oft trotz äußerster Sorgfalt bei der Zeichnung und Ausmessung nicht befriedigend zu erhalten ist, fällt hier weg; an ihre Stelle tritt die viel einfachere Konstatierung der Volumenänderung. Die Behandlung mit Wasser wird überflüssig und die Frage der Proportionalität zwischen Zunahme des Wanddrucks und Zellvolumens spielt keine Rolle.

Beispiel: Topfpflanze von *Hedera*; Epidermiszelle der Blattoberseite, genau wie bei Methode I. 5 und 6. VI. 1916.

Zelle a: Umfang in Paraffinöl = 15,6 cm; Dicke in Paraffinöl = 9 Teilstriche. Umfang in Rohrzucker 0,20 Mol = 16,1 cm; Dicke in Rohrzucker 0,20 Mol = 9 Teilstriche.

Benachbarte Zelle b: Umfang in Paraffinöl = 15,2 cm; Dicke in Paraffinöl = 7,5 Teilstriche. Umfang in Rohrzucker 0,22 Mol = 14,6 cm; Dicke in Rohrzucker 0,22 Mol = 7,5 Teilstriche.

Die gesuchte Saugkraft liegt zwischen 0,20 und 0,22 Mol, beträgt also ca. 0,21 Mol d. h. ca. 5,57 Atm.

Eine Uebereinstimmung mit dem Resultate der I. Methode ist nicht zu erwarten, da die Untersuchung zwar an demselben Gewebe aber in einem Intervall von mehreren Monaten erfolgte.

Wir haben bisher die Zelle gleichsam als isoliert betrachtet, d. h. keine Rücksicht darauf genommen, daß sie sich im Gewebeverband befindet. Bei Herstellung der Schnitte sind infolge der Loslösung aus dem Gewebeverband Änderungen der Zellform und des Zellvolumens denkbar. Formänderungen fallen nicht in Betracht, wenn Volumen und Außenkräfte konstant bleiben. Dagegen müssen eventuelle Änderungen des Volumens und der Außenkräfte berücksichtigt werden.

Besteht z. B. im intakten Organ eine Gewebespannung, welche auf die Zelle einen Außendruck von 5 Atm. ausübt, und ergibt sich für die isolierte Zelle eine Saugkraft von 5 Atm., so würde durch Vernachlässigung der Gewebespannung offenbar ein ganz falscher Wert für die Saugkraft gefunden. Man muß sich also entweder auf Zellen beschränken, auf die in der unversehrten Pflanze keine nennenswerte Außenkraft einwirkt, oder man muß diese in Rechnung ziehen.

War in der intakten Pflanze das Gefäßwasser in negativer Spannung und das angrenzende Parenchym mit ihm im Gleichgewicht, so wird beim Anschneiden des Gefäßes dessen negative Spannung aufhören und das angrenzende Parenchym Wasser aufnehmen. Seine Saugkraft wird also kleiner gefunden als sie tatsächlich war. Diese Fehlerquelle fällt nicht in Betracht, wenn der Schnitt keine Gefäße enthält.

Hängen der zu untersuchenden intakten Zelle angeschnittene Zellen an. z. B. einer ganzen Epidermiszelle angeschnittene Palisaden, so ist in den verletzten Palisaden der Wanddruck Null, ihre Saugkraft also stärker falls ihr Zellsaft derselbe bleibt. Entziehen nun die Palisaden infolge des Anschneidens der Epidermis Wasser, so muß für letztere eine zu hohe Saugkraft gefunden werden. Man wird daher zur Saugkraftmessung eine solche Zelle benützen, die von verletzten möglichst weit abliegt.

Auf Volumenänderung durch mechanische Reizung, die gelegentlich (z. B. Cynareenstaubfäden) vorkommen kann, muß ebenfalls geachtet werden.

Da sich auch bei sorgfältigem Experimentieren nicht alle Fehlerquellen vermeiden lassen, und da ihre quantitative Bedeutung im Einzelfalle nur schwer anzugeben ist, müssen stets mehrere, möglichst gleichartige Zellen von möglichst benachbarten Stellen zur Untersuchung gelangen.

---

50. A. Ursprung und G. Blum: Zur Kenntnis der Saugkraft.

(Eingegangen am 7. Oktober 1916.)

1. *Fagus silvatica.*

Die untersuchte Buche (Buche 1) ist 20 m hoch und steht am Südrand eines Wäldchens, so daß die Krone auf der einen Seite frei exponiert, auf der andern durch benachbarte Bäume beschattet ist. Die Saugkraft wurde gemessen an Saugwürzelchen und ausgewachsenen Blättern. Alle untersuchten Blätter hatten den anatomischen Bau von Schattenblättern; sie befanden sich auf der Schattenseite der Krone, mit Ausnahme von Blatt 4 u. 5, die einem Ast auf der Südseite entstammten; Blatt 5, an der Astbasis inseriert, war jedoch ebenfalls beschattet, während Blatt 4 allerdings von direktem Sonnenlicht getroffen werden konnte. Wir hatten uns die Aufgabe gestellt, einige Gewebe eines Blattes, sowie die gleichen Gewebe verschieden hoch inserierter Blätter miteinander und mit den absorbierenden Wurzelteilen zu vergleichen. Um dies tun zu können mußte auch die Saugkraft ein und desselben Gewebes an verschiedenen Stellen desselben Blattes und ebenso die Saugkraft benachbarter Blätter bestimmt werden. An demselben Blatt maßen wir Spitze und Basis, weil hier die größten Differenzen zu vermuten waren. Da im Laufe des Tages periodische Schwankungen zu erwarten sind, da ferner plötzliche Witterungswechsel die Saugkraft bedeutend beeinflussen dürften, müssen zwei Messungen um so eher vergleichbar sein, je weniger sie zeitlich differieren. Handelte es sich z. B. darum die Palisaden in 1 m u.

12 m Höhe miteinander zu vergleichen, so wurden die Schnitte womöglich gleichzeitig gemacht bzw. die betr. Blattstückchen gleichzeitig (d. h. im Verlauf von wenigen Minuten) in Paraffinöl eingelegt.

Zur Verwendung kam stets Methode II[1]). Die Schnitte wurden anfänglich am intakten, am Baum inserierten Blatt unter Paraffinöl hergestellt, unter Paraffinöl in das benachbarte (2 Min. Entfernung) Laboratorium gebracht und sofort untersucht. Es zeigte sich aber, daß dieselben Werte erhalten werden, wenn man im Walde kleine Blattstückchen ohne größere Nerven lostrennt, sofort in Paraffinöl legt und die Schnitte erst im Laboratorium unter Paraffinöl herstellt. Diese Erfahrung war wertvoll, da die Anfertigung brauchbarer Schnitte in der Baumkrone oder auf der Leiter wenig bequem ist. Der Einschluß in Paraffinöl hat, wie schon bemerkt, den Zweck, die Transpiration auszuschließen, sobald die Zelle vom Baum losgetrennt ist.

Erklärung der Tabellen:

„Datum" bedeutet die Zeit, zu welcher die mikroskopische Untersuchung erfolgte. Diejenigen Zellen, die gleichzeitig vom intakten Baum abgeschnitten und unter Paraffinöl getaucht wurden, sind in der ersten Kolonne mit einer Klammer zusammengefaßt. Um anzugeben, ob die Schnitte von ein und demselben Blatte stammen oder nicht, sind die Blätter nummeriert worden. In der Tabelle „Spitze und Basis derselben Blattspreite" sehen wir z. B. an der Nummerierung, daß alle Untersuchungen an dem gleichen Blatte 1 ausgeführt wurden. In derselben Tabelle sind in der Abteilung „obere Epidermis" Basis und Spitze durch eine Klammer verbunden, d. h. es wurden um ca. 4^h p. m. aus Basis und Spitze kleine, ca. 1 cm^2 große Stückchen herausgeschnitten und in Paraffinöl gelegt; der Ausschnitt aus der Basis wurde um 4^h10, der andere aus der Spitze um 4^h50 untersucht. Die Wundränder am restierenden Blatte erhielten einen schmalen Überzug zur Verhinderung der Verdunstung; zudem erfolgte der nächste Ausschnitt in entsprechender Entfernung, um eine Beeinflussung durch die Verwundung oder das Bestreichen nach Möglichkeit auszuschließen. Die Kolonne mit der Aufschrift „Rohrzuckerkonz." enthält die Konzentration der Rohrzuckerlösung (G. M. in 1 Liter Lösung), in welche der Schnitt aus dem Paraffinöl übertragen wurde. Der „Zellumfang" wurde bei möglichst starker Vergrößerung mit dem Prisma gezeichnet und in cm angegeben. Die Messungen der

---

1) Vgl. die vorhergehende Abhandlung.

„Zelldicke“ beschränken sich auf die Epidermis, weil hier am ehesten anzunehmen war, daß die Dicke anders reagieren konnte als der Umfang. (Angaben in Teilstrichen der Trommel der Mikrometerschraube.) Die Genauigkeit dieser Dickenmessung variiert von Zelle zu Zelle, je nach der Deutlichkeit der Marken, die am obern und untern Zellende fixiert werden müssen; die Fehler sind in manchen Fällen gering, können aber unter Umständen 8—10 pCt. betragen. Aus diesem Grunde muß, — wenn ausnahmsweise Dicke und Umfang in umgekehrtem Sinne zu reagieren scheinen — das Verhalten des Umfanges als maßgebend betrachtet werden. Um auf eventuelle Fehler aufmerksam zu werden, wurden stets mehrere Messungen desselben Gewebes an derselben Stelle vorgenommen, und zwar nach Möglichkeit immer so, daß etwas zu schwache und etwas zu starke Lösungen zur Verwendung kamen. Die Saugkraft mußte dann innerhalb dieser Grenzen liegen und ließ sich durch entsprechende Konzentrationen noch besser präzisieren. Die Genauigkeit kann natürlich weiter getrieben werden, als das in der vorliegenden Arbeit geschehen ist, doch war das für diese ersten, mehr orientierenden Versuche nicht nötig. Die „Saugkraft“ ist angegeben in Mol Rohrzucker und Atmosphären; über die Umrechnung vergleiche man die Tabelle in der vorhergehenden Mitteilung.

Technisch ist noch folgendes zu bemerken. Bei der Epidermis, wo die untersuchte Zelle mit Hilfe von Schnittmarken am Rand des Präparates leicht wieder gefunden werden kann, wurde das Präparat aus dem Paraffinöltropfen in einen daneben liegenden großen Rohrzuckertropfen übertragen und ca. 30 Min. in Rohrzucker belassen. Bei Palisaden und Schwammparenchym, wo die Versuchszelle nicht so leicht wieder zu finden ist, mußte die Zuckerlösung etwa 40 Min. lang durchgesaugt werden. Natürlich wurde stets darauf gesehen, das Paraffinöl nach Möglichkeit zu entfernen, und es waren nur solche Zellen brauchbar, die im Zucker kein oder fast kein adhärierendes Paraffinöl mehr aufwiesen. Manche Messung ging auch dadurch verloren, daß die Zelle eine kleine, anfangs nicht bemerkte Verletzung aufwies.

Die Größe der Differenz des Umfanges in Paraffinöl und Rohrzucker gibt oft erwünschte Anhaltspunkte über die ungefähre Lage der Saugkraft; so betrug in einem bestimmten Falle diese Differenz in 1 Mol Rohrzucker: — 9 pCt., in 0,4 Mol: — 6 pCt., in 0,18 Mol: + 1 pCt.

Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Methode läßt sich dadurch kontrollieren, daß man Zellen von bekannter Saugkraft verwendet. Legen wir z. B. Schnitte durch Schwammparenchym von *Fagus* 30 Min. in Wasser, so muß die Saugkraft Null sein; tatsächlich fand auch in 0,01 Mol Rohrzucker eine deutliche Kontraktion des Zellumfanges statt.

Endlich ist noch die Gewebespannung zu erwähnen, die unter Umständen bedeutende Werte annehmen kann. Wir haben sie vernachlässigt, wenn die Zelle — ceteris paribus — im intakten Organ und im dünnen Schnitt dieselbe Saugkraft entwickelte. Wie eben erwähnt, zeigen in Wasser liegende dünne Schnitte durch das Schwammparenchym bald die Saugkraft Null. In einem *Fagus*-Blatt, das längere Zeit im Wasser gelegen hatte, kontrahierte sich der Umfang einer Schwammparenchymzelle deutlich beim Einlegen in 0,01 Mol Rohrzucker; die Zelle besaß also offenbar annähernd denselben Wert wie im Schnitt.

Spitze und Basis derselben Blattspreite (in ca. 1 m Höhe).

	Datum	Rohrzucker-konz.	Zellumfang in		Zelldicke in		Saugkraft	
			Paraffinöl	Rohrzucker	Paraffinöl	Rohrzucker	Mol Rohrz.	Atm.
Obere Epidermis:								
Spitze, Blatt 1	21. VI. $11^{h}55$ a. m.	0,28	23.2	22,3	12	12	< 0,28	< 7,55
Basis, „ „	21. VI. $3^{h}00$ p m.	0,26	21,1	22.6	25	26	> 0,26	> 6,98
Basis, „ „	21. VI. $4^{h}10$ p. m.	0,28	26,5	26,2	8	8,5	ca. 0,28	ca 7,55
Spitze, „ „	21. VI. $4^{h}50$ p. m	0,26	34,6	35,9	12	13	> 0,26	> 6,98
Untere Epidermis:								
Basis, Blatt 1	21 VI. $9^{h}50$ a. m.	0,20	24,0	27,4	11	12	> 0,20	> 5.29
Spitze, „ „	21. VI. $11^{h}00$ a. m.	0,24	20,4	18,7	16	16	< 0,24	< 6.42
Schließzellen:								
Spitze S_1 Blatt 1	16 VI. $4^{h}45$ p. m.	0,32	8,35	8,5			ca. 0,32	ca. 8,71
S_2 „ „	„ „ „ „ „	0,32	8,4	8,6			ca. 0,32	ca. 8.71
Basis S_1 „ „	16 VI. $5^{h}20$ p. m.	0,32	8,6	8,7			ca. 0,32	ca. 8,71
S_2 „ „	16. VI. „ „ „	0,32	9,0	9,15			ca. 0,32	ca. 8,71
Schwammparenchym:								
Basis, Blatt 1	16. VI. $9^{h}50$ a. m	0,40	10,65	10,3			ca 0,40	ca. 11,11
Spitze, „ „	16. VI $10^{h}40$ a. m.	0,40	11,8	11,45			ca. 0,40	ca. 11,11
Spitze, „ „	16. VI. $11^{h}15$ a. m	0,42	15,5	13,4			< 0,42	< 11,74
Palisaden:								
Spitze, Blatt 1	16. VI. $2^{h}45$ p. m.	0 56	11,7	11,2			< 0,56	< 16,35
Basis, „ „	16. VI. $3^{h}40$ p. m.	0,54	14,6	14,9			ca 0,54	ca 15,64

Für die zunächst angestrebte Genauigkeit können wir also die Saugkraft an Spitze und Basis eines ausgewachsenen *Fagus*-Blattes, zu derselben Zeit und unter denselben äußeren Umständen, als annähernd gleich betrachten.

Benachbarte (ca. 5 cm entfernte) Blätter desselben Zweiges (in ca. 1 m Höhe).

	Datum	Rohrzucker-konz.	Zellumfang in		Zelldicke in		Saugkraft	
			Paraffinöl	Rohrzucker	Paraffinöl	Rohrzucker	Mol Rohrz.	Atm.
Obere Epidermis:								
Blatt 2	23. VI. 9^h40 a. m.	0,28	24,4	24,4	15	15	ca.0,28	ca,7,55
Blatt 3	23. VI. 11^h30 a. m	0,28	27,4	27.3	10	10	ca.0,28	ca.7,55
Untere Epidermis:								
Blatt 2	23. VI. 2^h30 p. m.	0,24	23,3	24,5	8	9,5	$>0,24$	$>6,42$
Blatt 2	23. VI. 4^h00 p. m.	0,26	20,5	20,5	9	9	ca.0,26	ca.6,98
Blatt 3	23 VI. 4^h50 p. m.	0,26	27,85	27,75	10	10	ca 0,26	ca.6,98
Schließzellen:								
Blatt 2 S_1	26 VI 9^h10 a. m.	0.30	8,9	8,2			$<0,30$	$<8,13$
Blatt 2 S_2	26. VI. „ „ „	0,30	8,6	8,05			$<0,30$	$<8,13$
Blatt 2 S_1	26. VI. 10^h a. m.	0,28	9,0	8,65			ca.0,28	ca 7,55
Blatt 2 S_2	26 VI. „ „ „	0,28	8,7	8,55			ca.0,28	ca.7,55
Blatt 3 S_1	26. VI 11^h10 a m	0,28	9.5	10,15			$>0,28$	$>7,55$
Blatt 3 S_2	26. VI „ „ „	0,28	9,85	10,1			ca.0,28	ca 7,55
Schwammparenchym:								
Blatt 2	26. VI. 2^h40 p m.	0,38	10,2	9,9			ca.0,38	ca.10,48
Blatt 2	26 VI 3^h20 p. m.	0,40	11,3	10,8			$<0,40$	$<11,11$
Blatt 3	26 VI. 4^h40 p m	0,38	10,5	10,5			ca.0,38	ca 10,48
Palisaden:								
Blatt 2	27. VI. 8^h10 a. m.	0,52	8,4	7,9			$<0,52$	$<14,96$
Blatt 2	27. VI. 9^h50 a. m	0,50	12,25	13,1			$>0,50$	$>14,31$
Blatt 3	27. VI. 11^h10 a. m	0,52	11,4	10,7			$<0,52$	$<14,96$
Blatt 3	27. VI. 11^h50 a. m.	0,50	13,1	12,7			ca 0,50	ca.14,31

Wir dürfen also auch die Saugkräfte benachbarter Blätter, unter sonst gleichen Umständen, als identisch annehmen.

Blätter an Basis und Spitze desselben horizontalen Astes, in ca. $1^3/_4$ m Entfernung.

	Datum	Rohrzucker-konz.	Zellumfang in		Zelldicke in		Saugkraft	
			Paraffinöl	Rohrzucker	Paraffinöl	Rohrzucker	Mol Rohrz.	Atm.
Obere Epidermis:								
Astspitze, Blatt 4	27. VI. p. m	0,24	27,1	27,7	16	16	> 0,24	> 6,42
„ „ 4	27. VI. 3^h10 p. m.	0,26	30,3	30,2	16	16	ca.0,26	ca.6,98
Astbasis, Blatt 5	27. VI. 5^h10 p. m.	0,24	20,4	20,5	14	15	ca.0,24	ca.6,42
Untere Epidermis:								
Astspitze, Blatt 4	28. VI. 9^h00 a. m.	0,24	22,3	21,7			< 0,24	< 6,42
„ „ „	28. VI. 9^h50 a. m.	0,22	24,1	23,9	11	13	> 0,22	> 5,86
Astbasis „ 5	28. VI. 10^h50 a. m.	0,22	16,3	16,1	9	9	ca.0,22	ca.5,86
„ „ „	28. VI. 11^h20 a. m.	0,20	25,7	27,5	14	15	> 0,20	> 5,29
Schließzellen:								
Astspitze S_1 Blatt 4	28. VI. 2^h50 p. m	0,30	7,5	8,2			> 0,30	> 8,13
S_2 „ „	28. VI. „ „ „	0,30	7,0	8,4			> 0,30	> 8,13
Astspitze S_1 „ „	28 VI. 3^h30 p. m.	0,34	8,7	8,0			< 0,34	< 9,29
S_2 „ „	28. VI. „ „ „	0.34	8,1	7,9			ca.0,34	ca.9,29
Astbasis S_1 Blatt 5	28 VI. 4^h40 p. m.	0,32	7,6	6,6			< 0,32	< 8,71
S_2 „ „	28 VI. „ „ „	0,32	8,0	6,2			< 0,32	< 8,71
Astbasis S_1 „ „	28 VI 5^h10 p. m.	0,28	6,4	7,0			> 0,28	> 7,55
S_2 „ „	28. VI. „ „ „	0,28	6,9	7,2			ca.0,28	ca.7,55
Schwammparenchym:								
Astspitze, Blatt 4	29. VI. 9^h a m.	0,42	6,3	5,9			ca.0,42	ca.11,74
„ „ „	29. VI. 9^h50 a m.	0,40	7,75	7,75			ca.0,40	ca.11,11
„ „ „	30. VI. 5^h00 p m	0,42	13,7	15,8			> 0,42	>11,74
„ „ „	30. VI. 5^h40 p m	0,44	9,65	10,0			ca 0,44	ca 12,37
Astbasis, Blatt 5	29. VI. 10^h50 a. m.	0,40	10,1	10,25			ca.0,40	ca.11,11
Palisaden:								
Astspitze, Blatt 4	29. VI 3^h00 p. m.	0,56	14,05	14,4			ca.0,56	ca.16,35
„ „ „	30 VI. 11^h30 a. m.	0,54	13,2	15,4			> 0,54	>15,64
„ „ „	30. VI. 2^h00 p. m.	0,58	11,55	11,5			ca.0,58	ca.17,06
Astbasis, Blatt 5	29. VI. 5^h40 p. m.	0,52	13,6	16,3			> 0,52	>14,96
„ „ „	30. VI. 10^h00 a. m.	0,54	9,85	9,65			ca.0,54	ca.15,64

Die Saugkräfte sind also an der Basis des ca. 2 m langen Astes durchwegs etwas kleiner als an der Spitze. Das Spitzenblatt war stärker exponiert, was hier eine wesentliche Rolle spielen kann, da zurzeit der Messung z. T. starker Wind herrschte; außerdem hat das Wasser für das Spitzenblatt einen längeren Weg zurückzulegen, also auch einen etwas größeren Widerstand zu überwinden. Der betr. Ast ist in ca. 2 m Höhe inseriert.

Blätter, die in verschiedener Höhe über dem Boden inseriert sind.

a) Blätter in ca. 1 m und ca. 6 m Höhe.

Unteres Blatt: 1,2 m über Boden, Länge der Leitbahnen von Bodenoberfläche an 1,25 m.

Oberes Blatt: 6,4 m über Boden, Länge der Leitbahnen von Bodenoberfläche an 7,2 m.

	Datum	Rohrzucker-konz.	Zellumfang in		Zelldicke in		Saugkraft	
			Paraffinöl	Rohrzucker	Paraffinöl	Rohrzucker	Mol. Rohrz.	Atm.
Obere Epidermis:								
Blatt 6, in ca. 1 m Höhe	11. VII. 11^{h}40 a. m.	0,28	20,8	19,9	17	17	< 0,28	< 7,56
Blatt 6, in ca. 1 m Höhe	11. VII. 12^{h}30 p. m.	0,26	21,4	21,9	11	11	> 0,26	> 6,98
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe	11. VII 9^{h}50 a m.	0,30	17,6	18,5	18	19	> 0,30	> 8,13
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe	11. VII. 10^{h}50 a. m.	0,34	22,4	22,4	10	10	ca.0,34	ca.9,29
Untere Epidermis:								
Blatt 6, in ca. 1 m Höhe	12. VII. 12^{h}00 a. m.	0,22	21,8	22,0	21	21	ca.0,22	ca.5,86
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe	12. VII. 9^{h}50 a. m.	0,82	21,0	20,4	10	10	< 0,32	< 8,71
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe	12. VII. 10^{h}40 a. m.	0,30	23,1	24,6	16	16	> 0,30	> 8,13
Schließzellen:								
Blatt 6, in ca. 1 m Höhe S_1	13. VII 10^{h}30 a. m.	0,30	9,8	9,4			< 0,30	< 8,13
Blatt 6, in ca. 1 m Höhe S_2	13. VII. 10^{h}30 a. m.	0,30	8,7	8,8			ca.0,30	ca.8,13
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe S_1	13. VII. 8^{h}20 a. m.	0.36	7,2	7,3			ca.0,36	ca.9,88
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe S_2	13 VII. 8^{h}20 a. m.	0,36	7,7	8,2			> 0,36	> 9,88
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe S_1	13. VII. 9^{h}30 a. m.	0,38	8,4	8,6			ca.0,38	ca.10,48
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe S_2	13 VII. 9^{h}30 a. m.	0,38	8,2	8,4			ca.0,38	ca 10,48
Schwammparenchym:								
Blatt 6, in ca. 1 m Höhe	14. VII. 11^{h}30 a. m.	0,42	17,3	17,4			ca.0,42	ca 11,74
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe	14. VII. 9^{h}50 a. m.	0,44	11,6	11,3			ca.0,44	ca.12,37
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe	14. VII. 10^{h}45 a. m.	0,42	10,4	10,8			> 0,42	>11,74
Palisaden:								
Blatt 6, in ca. 1 m Höhe	14. VII. 4^{h}40 p. m.	0,54	13,0	12,2			< 0,54	<15,64
Blatt 6, in ca. 1 m Höhe	14. VII. 5^{h}30 p. m.	0,52	13,4	13,8			ca.0,52	ca.14,96
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe	14. VII. 3^{h}30 p. m.	0,56	10,7	10,3			< 0,56	<16,35
Blatt 7, in ca. 6 m Höhe	14. VII. 4^{h}00 p. m.	0,54	12,3	12,5			ca.0,54	ca.15,64

b) Blätter in ca. 1 m und 9 m Höhe.

Unteres Blatt: 1,2 m über Boden, Länge der Leitbahnen von Bodenoberfläche an 1,25 m.

Oberes Blatt: 9 m über Boden, Länge der Leitbahnen von Bodenfläche an 9,6 m.

	Datum	Rohrzucker-konz.	Zell-umfang in		Zell-dicke in		Saugkraft	
			Paraffinöl	Rohrzucker	Paraffinöl	Rohrzucker	Mol. Rohrz.	Atm.
Obere Epidermis:								
Blatt 8, in ca. 1 m Höhe	4. VII. $6^{h}00$ p. m.	0,28	21,7	21,9	9	9	ca.0,28	ca.7,55
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe	4. VII. $3^{h}30$ p. m.	0,28	24,0	34,7	11	14	> 0,28	> 7,55
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe	4. VII. $4^{h}40$ p. m.	0,34	15,65	17,3	17	18	> 0,34	> 9,29
Blatt 9, in ca 9 m Höhe	4. VII. $5^{h}30$ p. m	0,36	18,3	18,45	19	18	ca.0,36	ca.9,88
Untere Epidermis:								
Blatt 8, in ca. 1 m Höhe	5. VII. $2^{h}20$ p. m.	0,24	16,7	15,5	14	15	< 0,24	< 6,42
Blatt 8, in ca. 1 m Höhe	5. VII. $3^{h}50$ p m.	0,22	13,3	13,2	16	16	ca.0,22	ca.5,86
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe	5. VII. $11^{h}20$ a. m.	0,30	23,6	27,2	17	18	> 0,30	> 8,13
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe	5. VII. $12^{h}00$ a. m.	0,34	27,3	26,7	18	17	ca.0,34	ca.9,29
Schließzellen:								
Blatt 8, in ca. 1 m Höhe S_1	5. VII. $11^{h}00$ a. m.	0.30	7,5	7,55			ca.0,30	ca.8.13
Blatt 8, in ca. 1 m Höhe S_2	5. VII. $11^{h}00$ a. m.	0,30	8,1	8,4			ca.0,30	ca.8.13
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe S_1	5. VII. $9^{h}20$ a. m.	0,36	8,2	8,3			ca.0,36	ca.9,88
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe S_2	5. VII. $9^{h}20$ a. m.	0.36	9,0	8,9			ca.0,36	ca.9,88
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe S_1	5. VII. $10^{h}00$ a. m.	0,34	8,8	9,5			> 0,34	> 9.29
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe S_2	5. VII. $10^{h}00$ a. m.	0,34	8,8	9,5			> 0,34	> 9,29
Schwammparenchym:								
Blatt 8, in ca. 1 m Höhe	6. VII. $2^{h}40$ p. m.	0,40	17,1	16,7			ca.0,40	ca.11,11
Blatt 9, in ca 9 m Höhe	6. VII. $10^{h}20$ a. m.	0,44	11,4	12,6			> 0,44	>12,37
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe	6. VII. $11^{h}00$ a. m.	0,46	15,7	16,7			> 0,46	>13.01
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe	6. VII. $11^{h}40$ a. m.	0,50	14,0	13,9			ca.0,50	ca.14,31
Palisaden:								
Blatt 8, in ca. 1 m Höhe	6. VII. $4^{h}20$ p. m.	0,54	15,1	15,4			ca.0,54	ca.15,64
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe	6. VII. $8^{h}50$ a. m.	0,58	11,3	11,6			ca.0,58	ca 17,06
Blatt 9, in ca. 9 m Höhe	6. VII. $9^{h}40$ a. m.	0,60	12,0	11,8			ca.0,60	ca.17,77

c) Blätter in ca. 1 m und 11 m Höhe.

Unteres Blatt: 1,2 m über Boden, Länge der Leitbahnen von Bodenoberfläche an 1,25 m.

Oberes Blatt: 10,8 m über Boden, Länge der Leitbahnen von Bodenoberfläche an 11,5 m.

	Datum	Rohrzucker-konz.	Zellumfang in		Zelldicke in		Saugkraft	
			Paraffinöl	Rohrzucker	Paraffinöl	Rohrzucker	Mol. Rohrz.	Atm
Obere Epidermis:								
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe	19. VII. 3^h30 p. m.	0,28	23,1	22,4	20	20	< 0,28	< 7,55
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe	19. VII. 10^h20 a. m.	0,38	25,1	24,9	19	17	ca 0,38	ca. 10,48
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe	19. VII. 11^h20 a. m.	0,36	26,1	26,5	19	20	> 0,36	> 9,88
Untere Epidermis:								
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe	21. VII. 9^h50 a. m.	0,24	14,3	13,4	24	23	< 0,24	< 6,42
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe	21. VII. 11^h00 a. m.	0.22	14,2	14,5	25	26	ca 0,22	ca 5,86
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe	21. VII. 10^h35 a. m.	0,34	16,3	17,0	15	15	> 0,34	> 9,29
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe	21. VII. 11^h20 a. m,	0,36	12,9	12,5	20	19	ca. 0,36	ca. 9,88
Schließzellen:								
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe S_1	20. VII. 2^h50 p. m.	0,30	8,2	9,2			> 0,30	> 8,18
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe S_2	20. VII. 2^h50 p. m.	0,30	8,5	8,6			ca. 0,30	ca. 8,13
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe S_1	20. VII. 3^h40 p. m.	0,32	7,6	7,7			ca. 0,32	ca. 8,71
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe S_2	20. VII. 3^h40 p. m.	0,32	8,2	8,2			ca. 0,32	ca. 8,71
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe S_1	20. VII. 9^h10 a. m.	0,36	8,15	8,4			ca. 0,36	ca 9,88
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe S_2	20. VII. 9^h10 a. m.	0,86	8,8	8,6			ca. 0,36	ca. 9,88
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe S_1	20. VII. 9^h55 a. m.	0,58	7,3	7,6			ca. 0,38	ca. 10,48
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe S_2	20 VII. 9^h55 a. m.	0,38	7,5	7,9			ca. 0,38	ca. 10,48
Schwammparenchym:								
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe	21. VII. 4^h35 p m.	0,40	9,2	9,35			ca 0,40	ca. 11,11
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe	21. VII. 2^h55 p. m.	0,50	10,9	10,8			ca. 0,50	ca. 14,31
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe	21. VII. 3^h50 p. m.	0,52	16,0	15,1			< 0,52	< 14,96
Palisaden:								
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe	22. VII. 10^h35 a. m.	0,54	10,4	11,0			> 0,54	> 15,64
Blatt 10, in ca. 1 m Höhe	22. VII. 11^h10 a. m.	0,56	12,9	12,8			ca. 0,56	ca. 16,35
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe	22. VII. 9^h40 a. m.	0,58	13,5	13,8			ca. 0,58	ca. 17,06
Blatt 11, in ca. 11 m Höhe	22. VII. 10^h00 a. m.	0,60	11,2	10,35			< 0,60	< 17,77

Es ist also deutlich in allen Geweben eine Zunahme der Saugkraft mit steigender Höhe der Blattinsertion zu erkennen.

Wurzelspitze und Blatt in ca. 1 m Höhe.

Wurzelspitze und Blatt stammen von dem gleichen, eingangs erwähnten Baum. Um völlig sicher zu sein, daß die untersuchte Wurzelspitze der Versuchspflanze angehört, wurde die Wurzel vom Stamm bis zu den jüngsten Teilen sorgfältig verfolgt. Alle Messungen beschränken sich auf die sog. Kurz- oder Saugwürzelchen, die mit einem dichten Mantel von Pilzfäden umhüllt sind und schon dem bloßen Auge durch ihre weißliche Farbe auffallen. Die untersuchte Spitze fand sich ca. 40 cm unter der Bodenoberfläche etwa 1,5 m vom Stamm entfernt, im Innern eines Erdballens, der nach dem Ausgraben, ohne ihn zu öffnen oder auszubreiten, sofort in einen Topf gebracht und ins Laboratorium getragen wurde. Hier erfolgte unter Paraffinöl das Herauspräparieren und Schneiden geeigneter Spitzen. Die Tabelle enthält 3 benachbarte Spitzen, durch welche Medianschnitte gemacht wurden. Die gemessenen Zellen der Wurzelrinde liegen in der Wurzelspitze, unmittelbar hinter der Gefäßbündelendigung, in der dritten oder vierten Schicht von außen.

	Datum	Rohrzucker-konz.	Zell-umfang in		Zelldicke in		Saugkraft	
			Paraf-finöl	Rohr-zucker	Paraf-finöl	Rohr-zucker	Mol Rohrz.	Atm.
Obere Epidermis:								
Blatt 14 . . .	9. VIII. 4^{h} p. m.	0,30	24.5	24,3	16	16	ca.0,30	ca.8,13
„ „ . . .	9. VIII. $4^{\mathrm{h}}50$ p. m.	0,28	15,6	16,9	14	15	> 0,28	> 7,55
Untere Epidermis:								
Blatt 14 . . .	9. VIII. $5^{\mathrm{h}}45$ p. m.	0,24	29,9	29,3	13	13	< 0,24	< 6,42
„ „ . . .	9. VIII. $6^{\mathrm{h}}30$ p. m.	0,22	29,4	29,8	14	13	ca.0,22	ca.5,86
Wurzelrinde:								
Spitze 1 . . .	9 VIII. $10^{\mathrm{h}}20$ a. m	0,18	25,6	26,4			> 0,18	> 4,75
Spitze 2 . . .	9. VIII. $11^{\mathrm{h}}10$ a. m.	0,20	14,9	15,1			ca.0,20	ca 5,29
Spitze 3 . . .	9. VIII. $11^{\mathrm{h}}55$ a. m.	0,22	25,3	24,1			< 0,22	< 5,86
Obere Epidermis:								
Blatt 14 . . .	11. VIII. $4^{\mathrm{h}}30$ p. m.	0,28	19,8	20,7	15	15	> 0,28	> 7,55
„ „ . . .	11. VIII. $5^{\mathrm{h}}15$ p. m	0,30	26,8	26,4	17	17	ca.0,30	ca.8,13
Wurzelrinde:								
Spitze 4 . . .	11. VIII. $10^{\mathrm{h}}00$ a. m.	0,20	11,8	12,1			ca.0,20	ca.5,29

Die untere Epidermis besitzt also eine etwas größere Saugkraft als die Wurzelspitze, wobei zu beachten ist, daß die untere Epidermis unter allen bisher geprüften Blattgeweben die geringste Saugkraft aufweist.

Wurzelspitzen in verschiedener Tiefe.

Diese Spitzen stammen alle von derselben Wurzel, die jedoch einer andern Buche (Buche 2) an anderem Standort angehört.

Entfernung von der Bodenoberfläche	Datum	Rohrzucker-konz.	Zellumfang in		Saugkraft	
			Paraffinöl	Rohrzucker	Mol Rohrz.	Atm.
Spitze a, in ca, 40 cm Tiefe	8. VIII. p. m.	0.22	28,5	27,3	< 0,22	< 5,86
„ b, „ „ „ „ „	„ „ „	0,16	23,5	23,8	ca. 0,16	ca. 4,22
„ c, „ „ „ „ „	„ „ „	0,18	15,9	16,1	ca. 0,18	ca. 4,75
Spitze d, in ca. 10 cm Tiefe	24. VII. p. m.	0,70	14,7	15,2	> 0,70	>21,49
„ e, „ „ „ „ „	26. VII. p. m.	0,70	16,45	16,45	ca. 0,70	ca.21,49
„ f, „ „ „ „ „	27. VII. a. m.	0,80	17,1	17,6	> 0,80	>25,54
„ g, „ „ „ „ „	28. VII, a. m.	0,60	18,4	18,75	> 0,60	>17,77
„ h, „ „ „ „ „	28. VII. a. m.	0,70	23,0	21,5	< 0,70	<21,49

Während die Messungen in 40 cm Tiefe mit denen vom 9. u. 11. VIII an Buche 1 soweit übereinstimmen als das für verschiedene Standorte zu erwarten ist, ergaben sich in 10 cm Tiefe abnormal hohe Werte. Die Zellen schienen zwar noch gesund zu sein, indessen fanden sich nahe der Bodenoberfläche nur sehr wenig mit Pilzmantel bedeckte, normale Saugwürzelchen, weiter unten dagegen sehr viele. Bedeutende Wassergehaltsdifferenzen waren in den beiden Bodenschichten nicht aufzufinden. Ob unter 40 cm Tiefe die Saugkraft noch weiter abnimmt, haben neue Untersuchungen zu zeigen.

Benachbarte Blätter vor und nach Regen.

Diese und die folgenden Tabellen beziehen sich wieder auf Buche 1. Die Blätter stehen in ca. 1 m Höhe. Von Mitte Juli an war das Wetter schön; in diese Zeit fallen die Messungen vom 20., 21., 22. VII. u. 9. VIII. In der Nacht vom 9. auf den 10. August setzte schwacher Regen ein, der am 10. VIII. mit bedecktem Himmel und kurzem Sonnenschein abwechselte.

	Datum	Rohrzucker-konz.	Zellumfang in		Zelldicke in		Saugkraft	
			Paraffinöl	Rohrzucker	Paraffinöl	Rohrzucker	Mol. Rohrz.	Atm.
Untere Epidermis:								
Blatt 10, vor Regen	20. VII. 9^{h}50 a. m.	0,24	14,3	13,4	24	23	< 0,24	< 6,42
„ „ „ „	20. VII. 11^{h}00 a. m	0,22	14,2	14,5	25	26	ca. 0,22	ca. 5,86
Blatt 14, vor Regen	9. VIII. 5^{h}45 p. m.	0,24	29,9	29,3	13	13	< 0,24	< 6,42
„ „ „ „	9. VIII. 6^{h}30 p. m	0,22	29,4	29,8	14	13	ca. 0,22	ca. 5,86
Blatt 14, nach Regen	10. VIII. 10^{h}30 a. m,	0,22	23,8	21,1	14	15	< 0,22	< 5,86
„ „ „ „	10. VIII. 11^{h}35 a. m.	0,20	36,4	36,3	17	17	ca. 0,20	ca 5,29
Schwammparenchym:								
Blatt 10, vor Regen	21. VII. 4^{h}35 p. m.	0,40	9,2	9,35			ca. 0,40	ca. 11,11
Blatt 14, nach Regen	10. VIII. 6^{h}10 p. m.	0,36	15,3	15,1			ca. 0,36	ca. 9,88
„ „ „ „	10. VIII. 6^{h}35 p. m.	0,34	9,7	11,4			> 0,34	> 9,29
Palisaden:								
Blatt 10, vor Regen	22. VII. 11^{h}10 a. m.	0,56	12,9	12,8			ca. 0,56	ca. 16,35
Blatt 14, nach Regen	10. VIII. 3^{h}40 p. m.	0,50	11,05	9,8			< 0,50	< 14,31
„ „ „ „	10. VIII. 4^{h}35 p. m.	0,46	10,3	10,6			ca. 0,46	ca. 13,01

Die Blätter der folgenden Tabelle stehen ebenfalls in ca. 1 m Höhe. Seit 14. VI. abends Wetter schön, am 15. VI. klarer Himmel und Sonnenschein. Am 19. VI. setzte nach Mitternacht heftiger Gewitterregen ein, der bis zum Vormittag andauerte.

	Datum	Rohrzucker-konz.	Zellumfang in		Saugkraft	
			Paraffinöl	Rohrzucker	Mol Rohrz.	Atm.
Schwammparenchym:						
Blatt 12, vor Regen . . .	15. VI. 8^{h}10 a. m.	0,40	11,85	12,10	ca. 0,40	ca. 11,11
„ „ „ „ . . .	15. VI. 9^{h}30 a. m.	0,36	11,7	12,8	> 0,36	> 9,88
Blatt 13, nach Regen . .	19. VI. 9^{h}00 a. m.	0,38	9,7	8,6	< 0,38	< 10,48
„ „ „ „ . .	19. VI 10^{h}00 a. m.	0,32	10,2	10,1	ca. 0,32	ca. 8,71
Palisaden:						
Blatt 12, vor Regen . . .	15. VI. 10^{h}45 a. m	0,50	12,3	12,7	> 0,50	> 14,31
„ „ „ „ . . .	15. VI. 11^{h}20 a. m.	0,54	11,85	11,8	ca. 0,54	ca. 15,64
Blatt 13, nach Regen . .	19. VI. 2^{h}00 a m.	0,50	17,8	16,2	< 0,50	< 14,31
„ „ „ „ . .	19. VI 3^{h}00 a. m.	0,40	13,4	13,3	ca. 0,40	ca. 11,11
„ „ „ „ . .	19. VI. 4^{h}30 a. m.	0,36	17,0	17,5	> 0,36	> 9,88

Es wird also durch den Regen die Saugkraft des Schwammparenchyms und besonders der Palisaden stark herabgedrückt. Bei den Palisaden in Blatt 12 u. 13 ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Messung vor Regen am Tage, die Messung bei Regen während der Nacht ausgeführt wurde, daß also hierbei auch die tägliche Periodizität beobachtet werden muß. Eine vorläufige Orientierung über die täglichen Schwankungen bringt die nächste Tabelle.

Tägliche Schwankungen der Saugkraft im Blatt.

Die Versuchsblätter stehen in ca. 1 m Höhe, im Schatten. Am 16. VIII. war der Himmel über die Mittagszeit bedeckt, an den übrigen Tagen klar.

	Datum	Saugkraft	
		Mol Rohrz.	Atm.
Obere Epidermis:			
Blatt 15	16. VIII. 7h a. m.	ca. 0,27	ca. 7,27
„ „	16. VIII. 11h30 a. m.	ca. 0,27	ca. 7,27
„ „	16. VIII. 3h45 p. m.	ca. 0,28	ca. 7,55
„ „	15. VIII. 7h p. m.	ca. 0,29	ca. 7,84
Palisaden:			
Blatt 15	14. VIII. 6h00 a. m.	ca. 0,53	ca. 15,29
„ „	14. VIII 10h00 a. m.	ca. 0,54	ca. 15,64
„ „	14. VIII. 2h40 p. m.	ca. 0,56	ca. 16,35
„ „	14. VIII. 8h30 p. m.	ca. 0,55	ca. 15,99
Schwammparenchym:			
Blatt 15	16. VIII. 5h40 a m.	ca. 0,40	ca 11,11
„ „	16 VIII. 10h00 a. m.	ca. 0,41	ca. 11,43
„ „	16. VIII. 2h50 p. m.	ca. 0,42	ca. 11,74
„ „	16 VIII. 5h40 p. m	ca. 0,42	ca. 11,74
Untere Epidermis:			
Blatt 16	13. VIII. 6h50 a. m.	ca 0,20	ca. 5,29
„ „	12. VIII 10h30 a. m.	ca. 0,21	ca. 5,57
„ „	12. VIII. 4h20 p. m.	ca. 0,21	ca. 6,57
„ „	12. VIII. 9h50 p. m.	ca. 0,20	ca. 5,29
Schließzellen:			
Blatt 16	13. VIII. 5h20 a. m.	ca. 0,29	ca 7,84
„ „	12. VIII. 9h10 a. m.	ca. 0,31	ca. 8,42
„ „	12. VIII. 2h50 p. m.	ca. 0,33	ca. 9,00
„ „	12. VIII. 8h30 p m.	ca. 0,32	ca. 8,71

Wir finden also, ähnlich wie früher[1]) für den osmotischen Wert, im allgemeinen ein Minimum am frühen Morgen, ein Maximum am Nachmittag. Bei Blättern, die nicht im Schatten, sondern in der Sonne stehen, dürften die Ausschläge stärker sein.

Zusammenfassung.

Wie die folgende Tabelle in übersichtlicher Zusammenstellung zeigt, besitzen von

Blattspreite in 1 m Höhe	Untere Epidermis	Obere Epidermis	Schließzellen	Schwammparenchym	Palisaden
Durchschnittswerte in Atm.	5,9	7,5	8	11	15,6
Schwankungen in Atm.	5,3—7	6,4—8	7,6—9	8,7—11,7	11,1—16,4

---

[1]) URSPRUNG u. BLUM, Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes. Diese Berichte 1916. S. 105.

den untersuchten Blattgeweben die höchste Saugkraft die Palisaden, dann folgen der Reihe nach Schwammparenchym, Schließzellen, obere Epidermis, untere Epidermis. Die Schließzellen, die ihren Wasserbedarf nur aus der angrenzenden Epidermis decken können, müssen dazu natürlich eine höhere Saugkraft entwickeln; die Differenz beträgt in unserem Falle in der Regel etwa 2 Atmosphären. Wie sich diese Differenz bei verschiedenen Öffnungsstadien der Spalte gestaltet, bleibt noch zu untersuchen; auf beträchtliche Unterschiede deutet immerhin die Tatsache hin, daß (siehe Tab. der täglichen Schwankung) in demselben Blatt die Differenz am frühen Morgen ca. 2,5 Atm., am Nachmittag ca. 3,4 Atm. betrug. Da die Schließzellen von den angrenzenden Epidermiszellen sich nicht trennen lassen, so wird unter Paraffinöl auch in einem noch so kleinen Schnitt mit der Zeit ein Ausgleich erfolgen; die Messung ist daher hier, wie in anderen ähnlichen Fällen möglichst rasch vorzunehmen.

Wenn die Epidermis als Wasserreservoir für die grünen Assimilationszellen dienen soll, muß sie eine geringere Saugkraft besitzen. Das ist wirklich der Fall, denn die Differenz zwischen oberer Epidermis und Palisaden wurde im Durchschnitt zu ca. 8 Atm. gefunden, zwischen unterer Epidermis und Schwammparenchym zu ca. 5 Atm. Wie diese Differenzen nach längerer Regenperiode und bei beginnendem Welken ausfallen, wurde noch nicht geprüft.

Soll die Epidermis umgekehrt wieder mit Wasser gefüllt werden, so sind dazu rein anatomisch zwei Wege möglich: direkt aus den Gefäßbündeln und auf dem Umwege über das Mesophyll. Nach WESTERMAIER[1]) soll die obere Epidermis ganz oder teilweise aus den Palisaden schöpfen; das ist aber bei der angegebenen Verteilung der Saugkraft unmöglich, wenn man den Palisaden nicht etwa Blutungstätigkeit zuschreiben will. Solange jedoch keine Beweise für eine solche Tätigkeit vorliegen, werden wir von den beiden Möglichkeiten die einfachere vorziehen. HABERLANDT[2]) schreibt: „Während bei ungehinderter Wasserzufuhr das Chlorophyllparenchym seinen Bedarf an Wasser und gelösten Nährsalzen von den Gefäßbündeln her deckt, wird nach dem Versiegen dieser Quellen das gefüllte Wasserreservoir in Anspruch genommen.“ Zweifellos werden Palisaden, die auf der einen Seite an ein Gefäßbündel, auf der anderen Seite an die Epidermis grenzen, das

---

1) M. WESTERMAIER, Über Bau und Funktion des pflanzlichen Hautgewebesystems. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 14, S. 69, 70 u. 72.

2) HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie. III. Aufl., S. 370.

Wasser jenen Zellen entziehen, welche die geringere Saugkraft besitzen; daß muß aber unter normalen Verhältnissen das Gefäßbündel sein, da ja sonst die Epidermis nicht aus ihm schöpfen könnte. In Zukunft wird sich die Untersuchung auch den Gefäßbündelscheiden und feineren Saugkraftdifferenzen zuwenden müssen, um den Weg genauer präzisieren zu können, den das Wasser im Blatt einschlägt.

Auffällig ist, daß zwischen Palisaden und oberer Epidermis die hohe Saugkraftdifferenz von 8 Atm. nicht nur momentan besteht, sondern stets gefunden wurde. Bei fehlendem Stoffverkehr wäre dies nicht befremdend; bei dem vorauszusetzenden leichten Stoffverkehr weist es u. a. darauf hin, daß die Epidermis verlorenes Wasser unter normalen Umständen relativ leicht ersetzen kann, denn würde das nicht zutreffen, so müßte die Saugkraft der Epidermis wesentlich ansteigen.

Soll die Wasserversorgung der unteren Epidermis keine Stockung erleiden, so muß eine eventuelle negative Spannung des Gefäßwassers in 1 m Höhe jedenfalls unter 6 Atm. liegen.

Die nächste Tabelle bringt eine Übersicht über die Saugkraft der Wurzel und verschieden hoch inserierter Blätter. Die Länge der Leitbahnen bis zu den betr. Zellen ist in Metern angegeben; für die Saugkraft sind Durchschnittswerte gesetzt.

Länge der Leitbahnen bis zur Wurzelspitze	Wurzelspitze	Untere Epidermis	Obere Epidermis	Schließzellen	Schwammparenchym	Palisaden
0,0 m	5,3 Atm.					
2,7 m		5,9 Atm.	7,5 Atm	8,1 Atm.	11,1 Atm.	15 Atm.
8,7 m		8,4 „	9,3 „	9,9 „	12,4 „	15,6 „
11,1 m		9,3 „	9,9 „	9,9 „	14,3 „	17,1 „
13,0 m		9,9 „	10,5 „	10,5 „	14,3 „	17,1 „

Die Saugkraft der untersuchten Gewebe wächst also von unten nach oben. Dies war natürlich zu erwarten, da mit steigender Länge der Leitbahnen der Wassernachschub schwieriger wird und da außerdem mit zunehmender Höhe die Verdunstungsbedingungen im allgemeinen günstiger werden. Wenn die Saugkraft in unserer Tabelle nicht gleichmäßig mit der Höhe zunimmt, so kann das mit Unvollkommenheiten der Methode zusammenhängen. Einmal wurden bei mehreren Messungen zu derselben Zeit und an derselben Stelle gewöhnlich kleinere Differenzen erhalten, außerdem ist zu bedenken, daß obige Werte nicht alle gleichzeitig gemessen werden konnten und daß die Saugkraft zu verschiedenen Tageszeiten und bei verschiedenen Witterungsverhältnissen schwankt. Bezüglich der Außenfaktoren sei nur erwähnt, daß die geringste Saugkraft nach starkem Regen bei Nacht, das Maximum nach lang andauerndem schönem Wetter gefunden wurde.

Es ist ganz klar, daß bei großer Trockenheit des Bodens oder künstlicher Erschwerung der Wasserversorgung die Blätter noch höhere Saugkräfte zeigen müssen. So interessant solche Fälle auch sein mögen, für das Problem des Saftsteigens kommt es in erster Linie darauf an, das Minimum der in hohen Bäumen ausreichenden Saugkraft zu finden. Es besteht die Absicht die Messungen der Saugkraft gleich denen des osmotischen Wertes auf alle Gewebe und Höhenlagen auszudehnen, soweit es sich praktisch als durchführbar erweist. Damit sollen Messungen des Filtrationswiderstandes ganzer Pflanzen Hand in Hand gehen.

51. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze.
Nr. 7: Ueber das Serratulin.

(Eingegangen am 9. Oktober 1916.)

Serratula tinctoria Linné, die Färberscharte, ist eine zu den Kompositen gehörige, alte Färbepflanze, die, wie aus übereinstimmenden Angaben der älteren und neueren Literatur hervorgeht, einen gelben Farbstoff, das Serratulin, enthalten soll. Die Pflanze wurde früher zum Gelbfärben und zur Darstellung des Schüttgelbs verwendet.

Aber nicht nur Bücher, auch Pflanzen haben ihre Schicksale. Es zeigt sich dies so recht an den früher so hochgeschätzten Farbstoffpflanzen, an der Färberscharte, dem Farbenginster, dem Wau, dem Waid und dem Krapp. In alter Zeit aufs eifrigste gesammelt oder gebaut, werden sie später wenig oder gar nicht beachtet, weil entweder ein neues überseeisches Produkt oder die künstliche Darstellung des Farbstoffs das heimische Gewächs unnötig gemacht hat.

So war in Europa der Waid als Indigo liefernde Pflanze früher hochgeschätzt, später aber, als der Seeweg nach Indien entdeckt wurde, machte die tropische *Indigofera* dem Waid schon starke Konkurrenz und heute beginnt schon der natürliche Indigo im Wettkampfe mit dem künstlichen zu erliegen[1]).

Ähnlich erging es der Krappflanze, die seit der künstlichen Darstellung des Alizarins ihre Bedeutung als Farbstoffpflanze völlig eingebüßt hat.

Mit der Einführung der Querzitronrinde wurden die gelbfärbenden Kräuter wie Ginster und Färberscharte gleichfalls fast ganz verdrängt und dies mag wohl teilweise der Grund sein, warum die Chemiker ihr Interesse diesen Pflanzen nicht mehr zuwenden.

Die Färberscharte z. B. wird in der neuesten Zusammenfassung[2]) der Pflanzenfarbstoffe überhaupt nicht erwähnt.

Meine Untersuchungen haben nicht den Zweck, näheren Aufschluß über die Chemie des *Serratula*-Farbstoffs zu bringen, sondern auf einen in der Literatur fest verankerten Irrtum über den Farbstoff hinzuweisen und gleichzeitig über den Sitz des Farbstoffs bzw. seiner Muttersubstanz Mitteilung zu machen.

In allen Schriften, die ich daraufhin prüfte, wird übereinstimmend angegeben, daß *Serratula tinctoria* einen gelben Farbstoff enthält. Hierzu einige Belegstellen. „Die grünen Teile der Pflanze enthalten einen gelben Farbstoff, das Serratulin[3]).“ „Das Kraut von *Serratula tinctoria* enthält gelben Farbstoff[4]).“ Auch bei DRAGENDORFF[5]) heißt es: „*Serratula* enthält gelben Farbstoff.“

Eine genaue mikroskopische und mikrochemische Untersuchung der Pflanze, die in der Umgebung von Wien recht häufig ist, hat mich zu der Überzeugung geführt, daß die lebende Färberscharte *Serratula tinctoria* — natürlich abgesehen von Carotin und Xanthophyll, den ständigen gelben Begleitfarbstoffen des Chlorophylls — keinen gelben Farbstoff enthält, sondern eine farblose Muttersubstanz, aus der sich erst post mortem der gelbe Farbstoff Serratulin durch Alkalien etc. gewinnen läßt.

Untersucht man das frische, grüne Blatt in Quer- und Längsschnitten mikroskopisch, so ist von einem gelben Farbstoff auch nicht eine Spur zu sehen. Besonders läßt sich dies, wie noch später erörtert werden wird, in den Epidermiszellen beurteilen, da hier das Chlorophyll nicht stört. Bei Einwirkung einer 10proz. Sodalösung tritt Plasmolyse ein, das Plasma hebt sich von der Wand ab und der ganze Zellinhalt stellt sich jetzt als eine Kugel dar, die auch nicht spurenweise gelb gefärbt ist. Diese Gelbfärbung tritt erst ein, wenn die Soda in das Plasma eindringt, dieses schädigt oder endlich tötet. Kocht man frische, grüne, lebende Blätter einige Minuten im destillierten Wasser aus, so ist das Extrakt fast gar nicht oder nur wenig gelblich gefärbt. Diese Gelbfärbung scheint im Widerspruch mit dem oben Gesagten zu stehen, allein sie wird begreiflich, wenn man bedenkt, daß die farblose oder vielleicht nahezu farblose Muttersubstanz des gelben Farbstoffes mit schon sehr geringen Mengen von Alkalien sich gelb färbt und daß ja beim Kochen die Muttersubstanz mit dem alkalischen Plasma in innige Berührung kommt, wodurch die schwache Gelbfärbung zustande kommen mag. Jedenfalls könnte man mit dieser Spur Gelb nicht färben. Fügt man aber zu dem wässerigen *Serratula*-Extrakt Kalialaun oder Aluminiumsulfat hinzu, so nimmt die Flüssigkeit sogleich eine schön kanariengelbe Färbung an oder es fällt ein derartiger, oft sehr voluminöser Niederschlag heraus.

---

[1]) MOLISCH, H., „Indigo“, In WIESNERs: „Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. 2. Aufl., Bd. I, p. 444—446.

[2]) ABDERHALDEN, E., Biochem. Handlexikon, VI. Bd., Berlin 1911.

[3]) KRASSER, F., In WIESNERs: „Die Rohstoffe des Pflanzenreiches“. 2. Aufl., II. Bd., Leipzig 1903, p. 624.

[4]) WEHMER, C., „Die Pflanzenstoffe“. Jena 1911, p. 790.

[5]) DRAGENDORFF, G., „Die Heilpflanzen etc.“ Stuttgart 1898, p. 687.

Bleizucker gibt einen amorphen gelben Niederschlag. Eisenchlorid einen intensiv schmutzigbraunen oder bräunlichschwarzen Niederschlag, Eisensulfat ebenso. Alkalische Substanzen, wie Soda, Ammoniak, kohlensaures Ammon und Barytwasser färben, auch schon in geringen Mengen zugesetzt, intensiv gelb.

Der Gelbfärbung folgt bei Anwendung von kohlensaurem Ammon nach einiger Zeit eine Grünfärbung, und bei Benutzung von Barytwasser der Absatz eines reichlichen, intensiv gelben Niederschlags.

Aus dem geschilderten Verhalten des Extraktes zu den angeführten Salzen und zu den Alkalien geht hervor, daß der gelbe Farbstoff erst aus einer farblosen (oder aus einer nur sehr wenig gefärbten) Substanz entsteht.

Wie ich aus der Literatur ersehe, hat man auch in der alten Färbepraxis alkalische Substanzen oder Beizmittel (Alaun etc.) verwendet. So heißt es bei BÖHMER[1]): „Man darf nur die klein zerschnittenen Blätter mit einer Lauge kochen, weiter gebrauchen solche keine Zubereitung.“ Ferner: „Die besten Farben sind diejenigen, die das Tuch erhält, das durch Alaun oder ein Wasser

---

1) BÖHMER, G. R., Technische Geschichte der Pflanzen etc. 2. T. Leipzig 1794, p. 191.

vorbereitet worden, welches durch das Kochen mit Alaun und Gyps besondere Eigenschaften erhalten hat. Überhaupt scheinen Kochsalz, Alaun und Gyps sowohl zur Vorbereitung des Tuches, als auch bei den Farbenbrühen selbst die besten Mittel zu sein, eine ganz feine gelbe Farbe aus der Scharte hervorzubringen." (p. 192.)

Den gelben Farbstoff, den man nach Zusatz verschiedener Stoffe, zu denen insbesondere alkalische Stoffe und Beizmittel gehören, erhalten hat, schrieb man dann ohne weiteres der lebenden Pflanze selbst zu und so schlich sich, da niemand die lebende Pflanze mikroskopisch untersuchte, in die Literatur allgemein der Irrtum ein, daß die Färberscharte schon im lebenden Zustande einen gelben Farbstoff, das Serratulin, enthalte. — In Wirklichkeit verhält sich die Sache hier analog wie bei den Indigopflanzen. Keine Indigo liefernde Pflanze enthält in ihren intakten, lebenden Zellen eine Spur Indigblau, sondern dieser Farbstoff entsteht, wie bekannt, erst bei dem oder nach dem Absterben der Zelle aus einer schon in der lebenden Pflanze vorhandenen Muttersubstanz, zumeist aus dem Glykosid Indikan. Entsprechend der Namenklatur Indikan-Indigo könnte man den in der lebenden *Serratula* vorhandenen farblosen Stoff Serratulan und den daraus entstehenden gelben Farbstoff wie bisher Serratulin nennen.

Mikrochemischer Nachweis des Serratulans. Die im Proberöhrchen mit dem wässerigen *Serratula*-Extrakte und Alkalien und gewissen Salzen eintretenden Farbenreaktionen lassen sich auch mikrochemisch verwerten, um den Sitz des Serratulans in der Pflanze aufzufinden.

Blatt. Behandelt man Schnitte mit 10proz. Sodalösung, so färbt sich der Zellinhalt der Epidermis- und Mesophyllzellen intensiv gelb. Man sieht — besonders schön an Flächenschnitten oder abgezogenen Oberhautstücken — Plasmolyse eintreten. Das von der Wand zurücktretende Plasma erscheint, wie bereits bemerkt, samt dem Zellsaft zunächst farblos und erst, wenn die Sodalösung in das Plasma eindringt und es schädigt, tritt die Gelbfärbung ein. Solange die Zelle intakt ist, erscheint die Epidermiszelle farblos.

Kalilauge färbt den Inhalt der Serratulan führenden Zellen gleichfalls intensiv gelb. Desgleichen Ammoniak und kohlensaures Ammoniak, die eine mehr grünlichgelbe Färbung erzeugen.

Barytwasser überführt das Serratulan ebenfalls in einen gelben Farbstoff, es erzeugt in den betreffenden Zellen einen bräunlich gelben Niederschlag.

Eisenchlorid oder Eisensulfat. Dieselben Zellen, die sich mit Alkalien gelb färben, geben unter dem Einfluß der Eisensalze sofort einen körnigen, bräunlichschwarzen Niederschlag.

Kalialaun. Eine 10proz. Lösung fällt in den Zellen gelbe Tröpfchen, die zu größeren, intensiv gelb gefärbten Tropfen oder Massen zusammenfließen können.

Essigsaures Blei wirkt ähnlich wie Kalialaun.

Stengel. Das Serratulan findet sich hier in der Epidermis, im Kollenchym, Rinden- und Markparenchym. Am schärfsten tritt die Reaktion in der Oberhaut ein.

Wurzel. Der größte Teil des inulinreichen Rindenparenchyms ist frei von Serratulan. Es findet sich bloß im zentralen Gefäß-Bündel und in einer 2—3 Zellen breiten Parenchymzone knapp unter der Oberhaut.

Leider hat weder das Serratulan noch das Serratulin die geringste Neigung zu kristallisieren und das ist wohl der Hauptgrund, warum man über diese Stoffe vom chemischen Standpunkte so gut wie nichts weiß. In der Literatur fand ich nur eine einzige das Serratulin betreffende Arbeit¹), die mir aber leider nicht zugänglich war.

Auch die von mir erwähnten mikrochemischen Reaktionen können, dessen bin ich mir wohl bewußt, nicht befriedigen, weil im Pflanzenreiche Substanzen, die sich mit Alkalien gelb färben und sich ähnlich wie der der Färberscharte eigentümliche Stoff verhalten, weit verbreitet sind. So finde ich, daß sich wahllos geprüfte Kompositen wie *Dahlia variabilis*, *Aster* sp., *Rudbeckia laciniata*, *Galinsoga parviflora* und *Hieracium umbellatum* ähnlich Alkalien gegenüber verhalten wie *Serratula*. Aber wir haben vorläufig keine exakten mikrochemischen Mittel, um festzustellen, ob die bei den genannten Kompositen vorkommenden, sich mit Alkalien gelb färbenden Stoffe mit Serratulan identisch sind oder nicht.

Wie dem auch sei, jedenfalls hat es sich wieder gezeigt, daß es vorteilhaft ist, nicht nur die tote, sondern auch die lebende Pflanze chemisch zu untersuchen und die makrochemisch gewonnenen Ergebnisse durch entsprechende mikrochemische zu überprüfen und zu ergänzen.

Zusammenfassung.

1. Die in der Literatur ganz allgemein eingewurzelte Angabe, daß die alte Färbepflanze *Serratula tinctoria* einen gelben Farbstoff

---

1) KNOP u. LEHMANN, 7. Ber. Versuchst. Möckern 1862. 36. zitiert nach WEHMER, C., Die Pflanzenstoffe, l. c. 1911, p. 790.

schon in vivo enthält, beruht auf einem Irrtum. Die lebende Pflanze besitzt in ihren Zellen eine farblose oder vielleicht nahezu farblose Substanz, das Serratulan, das erst postmortal, unter der Einwirkung gewisser Stoffe, einen intensiv gelb gefärbten Körper, das Serratulin, liefert.

2. Das Serratulan kommt in der Wurzel, im Stamme und besonders reichlich im Laubblatte vor.

52. Johannes Buder: Zur Frage des Generationswechsels im Pflanzenreiche.

(Eingegangen am 11. Oktober 1916.)

Die Frage, was man bei den Pflanzen als Generationswechsel zu bezeichnen habe, ist in der letzten Zeit wieder lebhafter diskutiert worden; die neuerlich genauer erforschte Entwicklungsgeschichte zahlreicher Pilze und Algen und die dabei zu Tage tretenden Unstimmigkeiten zwischen Tatbestand und begrifflicher Formulierung forderten dies ja auch geradezu heraus. Auch mir kamen sie bei einer Durcharbeitung des Tatsachenmateriales für Vorlesungszwecke recht eindringlich zum Bewußtsein und als ich im März d. J. eine Zusammenstellung der wichtigsten Fälle pflanzlichen Generationswechsels für einen weiteren Leserkreis niederschrieb, sah ich mich veranlaßt, eine scharfe, grundsätzliche Trennung zwischen Generationswechsel und Wechsel eines haploiden und diploiden Lebensabschnittes vorzunehmen. Für den letzten Begriff schlug ich in Anlehnung an die von GOEBEL empfohlenen MAIREschen Termini Haplophase und Diplophase[1]) das Wort Phasenwechsel vor. Ich hatte damit nicht viel mehr getan, als die Konsequenz aus den Bedenken gezogen, die schon längst von OLTMANNS und anderen, besonders aber von GOEBEL gegen die einseitige cytologische Begrenzung des Generationswechselbegriffes erhoben waren. Inzwischen sind im Anschluß an die *Scinaia*arbeit von SVEDELIUS auch weitere Äußerungen im gleichen Sinne laut geworden und letzthin ist KYLIN[2]) ebenfalls für eine scharfe Trennung der beiden Begriffe eingetreten und hat sogar den gleichen Terminus (Phasenwechsel) vorgeschlagen. Mit Rücksicht

---

1) Organographie 2. Aufl. 1 Bd. S. 415.

2) Zeitschr. f. Botanik. Bd. 8, 1916, S. 571 ff.

darauf, daß der Abdruck meines Aufsatzes[1]) noch immer auf sich warten läßt und auch der Publikationsort für seine Beachtung seitens der Fachkreise nicht gerade günstig ist, sei es gestattet, an dieser Stelle auf die dort gezogenen Schlußfolgerungen zurückzukommen und gleichzeitig einige historische Tatsachen in die Erinnerung zu bringen, deren Kenntnis mir für eine unbefangene Beurteilung des Generationswechselproblemes nicht unwesentlich erscheint.

Daß der Begriff Generationswechsel zoologischen Ursprungs sei und zwar von ADAL. V. CHAMISSO stamme, wird zwar auch in der botanischen Literatur erwähnt. Es scheinen sich aber nur wenige die Mühe gegeben zu haben, festzustellen, welchen Tatbestand denn eigentlich CHAMISSO mit diesem Worte ausdrücken wollte. So bemerkt z. B. STRASBURGER gelegentlich, nachdem er den Gebrauch des Wortes Generationswechsel im Sinne der cytologischen Botaniker erhärtet hat: „Was kann es dagegen besagen, daß CHAMISSO die Bezeichnung Generationswechsel ursprünglich für die nur mehr oder weniger notwendige Aufeinanderfolge verschieden gestalteter Individuen im Formenkreise pleomorpher Tierarten schuf[2]).“ Er gibt damit wohl auch die Meinung der meisten Botaniker wieder. Was hier von CHAMISSO behauptet wird, ist ihm aber gar nicht eingefallen. Man wird auch seinem Verdienste nicht durch den Hinweis gerecht, daß er die Zusammengehörigkeit von Solitärsalpen und Kettensalpen zum gleichen Zeugungskreise aufgefunden habe[3]). Dieser Zusammenhang war nämlich nach SEELIGER[4]) schon längst vor ihm bekannt. Das wesentlich Neue an CHAMISSOs Beobachtung war vielmehr die Entdeckung eines regelmäßigen Wechsels zwischen beiden Generationen. Die Regelmäßigkeit findet ihren Ausdruck schon in der Bezeichnung des Entdeckers. Er spricht von einer „alternatio“ nicht etwa einer bloßen consecutio „generationum“. Im übrigen wird sie von ihm noch besonders unterstrichen durch den Hinweis, daß Mutter- und Tochterindividuen stets verschieden, alle Schwestertiere aber unter sich, ferner die Enkel den Großeltern stets gleichgestaltet sein. Das ist also ein obligatorischer Wechsel verschieden gestalteter Generationen, und STRASBURGER hatte demnach nicht die geringste Berechtigung, ihn unbesehen mit verächtlicher Handbewegung abzutun.

---

[1]) Monatshefte für den naturw. Unterr., herausgegeben von BAST. SCHMID, 1916. Dort auch Übersicht über die Literatur.

[2]) STRASBURGER: Zur Frage eines Generationswechsels bei Phaeophyceen. 1906. Bot. Zeitg. 64, II S. 6.

[3]) HESSE und DOFLEIN, Tierbau und Tierleben, Bd. I, S. 525.

[4]) SEELIGER, OSW. Tunicata, in BRONN: Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. III, Suppl. 1893, S. 46 ff.

CHAMISSOs Entdeckung fand bei den Zeitgenossen wenig Verständnis. Jahrzehntelang wurden seine Beobachtungen bezweifelt oder anders gedeutet, bis sie nach einer inzwischen erfolgten kleinen Korrektur[1]) endlich im Jahre 1842 durch STEENSTRUP zu Ehren gebracht wurden. In einem hübsch geschriebenen, für einen weiteren Leserkreis bestimmten Büchlein[2]) stellte er die Fortpflanzungsvorgänge der Salpen mit denen einiger anderer Tiere (Trematoden, Polypen, Aphiden) in Parallele. Teils handelt es sich dabei um neue Entdeckungen, teils um Dinge, die zwar schon länger beschrieben, aber nicht richtig aufgefaßt worden waren. Es ist kein geringes Verdienst, aus diesen an sich so heterogenen Fortpflanzungsverhältnissen das Gemeinsame herausgeschält und den Generationswechsel als eine Erscheinung von allgemeiner Bedeutung erkannt zu haben. STEENSTRUP war sich der Tragweite seiner Erkenntnis auch völlig bewußt: „Ich glaube, ich gebe nur die ersten rohen Küstenkonturen einer großen terra incognita, die hier ununtersucht liegt und deren Erforschung uns eine Ausbeute verspricht, von der wir jetzt schwerlich eine Ahnung haben“ (l. c. S. XIV). — „Man darf“ den Generationswechsel „nicht länger als etwas Paradoxes oder Abweichendes betrachten, ... er muß im Einklange mit der übrigen Entwicklung der Natur stehen, in welcher der Grundgedanke dieses Entwicklungsganges auch anderswo ausgesprochen sein muß, wenn er sich gleich in einer Form ausgeprägt hat, unter der wir ihn weniger leicht gewahr werden und wiedererkennen“ (l. c. S. 117).

Kaum 10 Jahre später veröffentlichte HOFMEISTER seine bahnbrechenden Untersuchungen, deren überragende Bedeutung ich vor einem botanischen Leserkreise ja nicht hervorzuheben brauche. Im Rückblick (auf S. 148) konnte er da ohne weitere Beziehung sagen: „Moose und Farne bieten somit eines der auffälligsten Beispiele eines regelmäßigen Wechsels zweier in ihrer Organisation weit verschiedener Generationen.“ Denn jedermann kannte STEENSTRUPs Buch und die dort beschriebenen Fälle, zu denen sich nun der vorliegende als ein besonders auffallendes Beispiel gesellte, das denn auch, wo in der nähsten Zeit Generelles über den Generationswechsel gesagt wurde, die gebührende Beachtung fand.

---

[1]) CHAMISSO hatte den stolo prolifer der Solitärsalpen, gestützt auf CUVIERs Autorität, für einen Eierstrang gehalten. In unserem Zusammenhange ist das belanglos; denn für die Konzeption des Begriffes Generationswechsel war die Art der Fortpflanzungsmittel nebensächlich.

[2]) JOH. J. SM. STEENSTRUP, Über den Generationswechsel, Copenhagen 1842.

Für die zoologische Auffassung ist der Generationswechsel der Archegoniaten bis heut das geblieben, was er für seinen Entdecker war — eben eins der auffälligsten Beispiele. Für die Mehrzahl der Botaniker hat sich dagegen bekanntlich in seiner Beurteilung eine sehr wesentliche Wandlung vollzogen. Dieser Vorgang setzte in dem Augenblicke ein, wo die Diskussion aus den von HOFMEISTER innegehaltenen Grenzen der Cormophyten heraustrat und sich auf die Thallophyten, die Algen und Pilze, erstreckte. Die Frage, ob man auch bei ihnen einen Generationswechsel anzunehmen habe, ist zuerst von SACHS und PRINGSHEIM erörtert worden, deren Auffassungen geradezu diametrial gegenüberstanden. Auch ČELAKOVSKÝ, ALEX. BRAUN u. a. griffen in die Diskussion ein. Ich muß es mir aber leider aus Raumgründen versagen, auf die besonders in den siebziger Jahren sehr lebhaften Kontroversen einzugehen.[1]) Auch kann ich hier nicht die Bedeutung erörtern, die die bekannten experimentellen Ergebnisse von KLEBS, für die Beurteilung des Generationswechsels der Thallophyten haben, sondern muß mich mit einer kurzen Skizzierung der Ansichten von SACHS begnügen, an die die neuere Entwicklung des Generationswechselbegriffes anknüpfte. SACHS übertrug den von den Archegoniaten abstrahierten Begriffskomplex konsequent auf die Thallophyten. Auch bei Algen und Pilzen wäre der Entwicklungsgang — sofern überhaupt eine geschlechtliche Vermehrung vorkäme — scharf in zwei Abschnitte gegliedert. Der eine umfaßte den die Sexualorgane tragenden Thallus, der andere das Produkt des Sexualaktes: in manchen Fällen eine einfache Zygo- oder Oospore, in anderen eine wohlausgeprägte, wenn auch mit der Mutterpflanze (ähnlich wie bei den Moosen) in Zusammenhang bleibende Generation, wie z. B. bei den Ascomyceten und manchen Florideen. Die bei Algen und Pilzen so häufige Vermehrung durch Schwärmzellen, Konidien usw. hätte mit dem Generationswechsel nichts zu tun, würde vielmehr der vegetativen Vermehrung der Moose und Farne durch Brutzellen und Brutknospen parallel zu setzen sein. Am liebsten sähe er die Bezeichnung „Spore“ für solche Zellen überhaupt vermieden.

Ich will es nicht unerwähnt lassen, daß sich DE BARY, dem man doch gewiß in solchen Fragen die Urteilsfähigkeit nicht absprechen wird, der SACHSschen Art, die Dinge anzusehen, nicht anschließt, sie vielmehr nur als „eine Bedeutung des Wortes Generationswechsel“ hinstellt, selber aber diesen Terminus im ursprünglichen (STENSTRUPschen) Sinne gebraucht. (Pilze 1884 S. 133/35).

---

[1]) Eine eingehende Würdigung der verschiedenen Ansichten habe ich nirgends finden können, eine Zusammenfassung des Wichtigsten gibt KLEBS, Biol. Centralbl. 1899. Bd. XIX. p. 209 ff. Vgl. auch die kurze Darstellung in meinem eingangs genannten Aufsatze in Monatshefte f. d. naturw. Unterricht 1916.

Ein Jahrzehnt später erhielt dann die von SACHS angestrebte scharfe Gegenüberstellung von Geschlechtsgeneration und Geschlechtsprodukt eine unerwartete Vertiefung durch das Hineintragen cytologischer Gesichtspunkte in die ursprünglich rein morphologisch und entwicklungsgeschichtlich angelegte Generationswechsellehre.

Damit beginnt ein neuer Abschnitt in der Geschichte unseres Problems. Dieser Wendepunkt ist durch die Jahre 1893 und 1894 gegeben, wo OVERTON und STRASBURGER in zwei sehr beachteten Aufsätzen die Ergebnisse der aufblühenden Zellenforschung für die alte HOFMEISTERsche Lehre dienstbar machten. Hier wurde die Vermutung aufgestellt und schon teilweise begründet, daß sich der Sporophyt und der Gametophyt auch durch die Chromosomenzahl unterschieden. Die beiden Kardinalpunkte im cytologischen Entwicklungsgange einer Pflanze, Befruchtung und Reduktionsteilung fielen bei den Archegoniaten mit dem Abschlusse des Gametophyten und Sporophyten zusammen. Der Gametophyt besitze die einfache, der Sporophyt die doppelte Chromosomenzahl.

Man kann verstehen, welchen gewaltigen Eindruck die Entdeckung von „cellulären“ Unterschieden des Sporophyten und Gametophyten im Zeitalter der cytologischen Entdeckungen machte. Ja man glaubte jetzt erst den eigentlichen Kern- und Angelpunkt der HOFMEISTERschen Generationswechsellehre erfaßt zu haben.

Konnte man bisher über die Abgrenzung der Generationen bisweilen im Zweifel sein, so schienen jetzt die Schwierigkeiten behoben. Man brauchte nur den Zeitpunkt der Befruchtung und der Reduktionsteilung festzustellen, um sich über den „Generationswechsel“ im klaren zu sein. Die neue Richtung gab sich auch bald in der Terminologie zu erkennen. Zunächst machte sich der Mangel eines Wortes fühlbar, das die Produkte der Reduktionsteilung — gleichviel welche morphologische Ausgestaltung sie besäßen — bezeichnete. LOTSY nannte sie „Gonen“ und die sie liefernde Zelle „Gonotokont“. Da es nun nicht immer notwendig ist, daß die Gonen als Sporen fungieren, wie im klassischen Beispiele der Moose und Farne, so war es durchaus konsequent, die bisherigen Ausdrücke Sporophyt und Gametophyt durch andere zu ersetzen: LOTSYs bekannte x- und $2x$-Generation.[1]) Die von STRASBURGER stammenden Worte haploid und diploid bedeuten sachlich ziemlich das gleiche, verdienen aber sprachlich vor der x- und $2x$-Generation insofern den Vorzug, als man nun bequem von haploiden und diploiden Zellen usw. sprechen kann. Diese Termini sind, wie Münzen durch den täglichen Gebrauch, schon ziemlich abgegriffen worden, so daß man sich kaum noch vergegenwärtigt, daß bei ihrer Prägung ein gut Teil vererbungstheoretischer Spekulation eine Rolle spielte. Denn die Endsilbe -id ist abgeleitet von jenen hypothetischen Einheiten der materiellen Vererbungsträger, die WEISMANN Iden nannte. Es wäre wohl besser gewesen, man hätte diese hypothetischen Dinge aus dem Spiele gelassen. Vielleicht ist es einer solchen Absicht zuzuschreiben, daß in einigen neueren Publikationen das i der Ide verschwunden ist und nun von haploder und diploder Generation gesprochen wird. Dann hätte man auch das d kassieren und „haplont" und „diplont" sagen sollen. Da aber STRASBURGERs Termini sich völlig eingebürgert haben und man kaum mehr an die ursprüngliche Bedeutung der Endsilbe denkt, sollen sie auch hier beibehalten werden.

Durch das Hineintragen der cytologischen Gesichtspunkte hat die Generationswechsellehre HOFMEISTERs ihr Antlitz völlig verändert. Man schob die alte STEENSTRUPsche Umgrenzung des Begriffes völlig beiseite und ließ das Wort Generationswechsel in ganz verändertem Sinne nur für den Wechsel eines haploiden und diploiden Lebensabschnittes gelten. Dies wäre nun der echte und wahre Generationswechsel, den man konsequenterweise auch allen Tieren zuschreiben mußte, wie es zuerst CHAMBERLAIN getan.

Bedeuten die uns von den Vertretern dieser Anschauung in den letzten Jahren übermittelten Kenntnisse vom Entwicklungsgange zahlreichen Thallophyten einen sehr wesentlichen und erfreulichen Fortschritt, so kann es doch kein objektiver Beurteiler gutheißen, daß der dort geschilderte Wechsel eines haploiden und diploiden Lebensabschnittes schlechthin als Wechsel zweier Generationen oder sogar als „Generationswechsel im HOFMEISTERschen Sinne" hingestellt wird. Es mehren sich denn auch die Stimmen,

---

1) Das x ist eine etwas verunglückte Entlehnung aus der Mathematik und soll die von Fall zu Fall wechselnde, aber natürlich bestimmte Zahl der Chromosomen im Gametophyten alten Stiles bezeichnen. Solche Größe ist aber keine Variable oder „Unbekannte" im Sinne der Mathematiker, die hier vielmehr n sagen würden — wie es ja auch in einer Anzahl von Arbeiten geschehen ist, wo man von der n- und $2n$-Generation spricht.

die dagegen protestieren, von Generationen, von Gametophyten und Sporophyten zu sprechen, wo ein wesentliches Merkmal des Generationsbegriffes, nämlich die „generatio“, das Hervorbringen einer Nachkommenschaft fehlt und überdies die Generationen meist auf wenige Teilungsschritte oder gar eine einzige Zelle beschränkt sind. Ich bin mit KYLIN durchaus nicht der Meinung, „daß die Cytologen in der Überzahl sind“ – aber die übrigen Botaniker hatten bei der Lage der Dinge weniger Gelegenheit sich darüber zu äußern. OLTMANNS, KUCKUCK und andere haben aber bekanntlich mehrfach, besonders in der Frage des Generationswechsels der Florideen, den cytologischen Standpunkt verworfen. Desgleichen spricht sich GOEBEL, z. B. in der 2. Aufl. der Organographie ausführlich dagegen aus. Wie die botanischen Physiologen in engerem Sinne darüber urteilen, kann sich jeder denken, auch wenn sie sich nicht über den Gegenstand in extenso verbreiten. Daß die Zoologen, soweit sie überhaupt an diesen Fragen anteil nehmen, den Standpunkt der botanischen Cytologen strikt ablehnen, liegt auf der Hand. Wenn man dem Phasenwechsel die dominierende Rolle eines allgemeinen Generationswechsels zuweisen wollte, so käme man für zoologische Objekte zu einem recht befremdlichen Resultat. Man hätte dann auch in dem normalen Entwicklungsgange etwa eines Wirbeltieres einen Generationswechsel zu sehen. Das Tier selber entspräche dem Sporophyten, die Hoden und Eierstöcke den Mikrosporangien und Makrosporangien, die Spermatocyten und Ovocyten 1. Ordnung den Mikro- und Makrosporenmutterzellen. Die haploide „Generation“ wäre aber soweit reduziert, daß die Mikrosporen und Makrosporen unmittelbar als Spermatozoiden und Eier fungierten. Der Zoolog würde solche Deduktion im besten Falle für absurd erklären, zumal das Wort Generationswechsel in der Zoologie schon ganz unabhängig vom Phasenwechsel vergeben ist, wie auch, recht besehen, in der Botanik: denn der HOFMEISTERsche Generationswechselbegriff war ja dem der Zoologen gleichwertig. (Vgl. Seite 561 u. 562.)

Es handelt sich aber, wie es mir scheinen will, bei dem Gegensatze zwischen der cytologischen und der hier vertretenen Auffassung um mehr als einen Streit um bloße Worte, der schon durch die Einführung einiger neuer Termini aus der Welt geschafft wäre. Es liegt ihm vielmehr eine verschiedene Bewertung der cytologischen und morphologischen Verhältnisse zugrunde, deren Ursachen historisch auch ganz verständlich sind. Es wurde schon einmal auf den nachhaltigen Eindruck hingewiesen, den das Hineintragen von cytologischen Momenten in die morphologisch angelegte Lehre HOFMEISTERs machen mußte, zumal zu einem Zeitpunkte, wo die Biologie im Banne der Entdeckungen eines FLEMMING, STRASBURGER, VAN BENEDEN, HERTWIG usw. stand. Was lag nun näher als die Annahme: gerade die Verschiedenheit der Chromosomenzahl sei die Hauptsache, also letzten Endes Grund und Ursache für die morphologische Ausgestaltung und Verschiedenheit der einzelnen Generationen. Freilich waren schon lange Tatsachen bekannt, die einer generellen Gültigkeit solcher Schlußfolgerungen widerstrebten: die Aposporie einerseits, die Apogamie und Parthenogenesis andererseits. Die eben geschilderte Annahme war somit schon widerlegt, ehe man überhaupt an sie gedacht hatte. Denn in fast allen Fällen von Apogamie usw. handelt es sich um einen Wechsel zwischen den typischen Erscheinungsformen des Gametophyten und Sporophyten, ohne daß gleichzeitig die Chromosomenzahl eine Veränderung erlitte. Auch in jüngster Zeit sind hierher gehörige Beispiele von ganz besonderem Interesse bekannt geworden: die diploiden und tetraploiden Moosgametophyten, deren Erzeugung den MARCHALS gelang. Nun reden diese Tatsachen eine zu deutliche Sprache, als daß es einem Cytologen einfallen würde, heutzutage die oben skizzierte Ansicht zu vertreten. Aber was sonst als diese Überschätzung hat dem Phasenwechsel zur dominierenden Rolle eines überall gültigen Generationswechsels verholfen? Was sonst als das Gefühl, daß der Phasenwechsel die ganze Lebensgestaltung bestimme, veranlaßt die Autoren, die einschlägigen Arbeiten unter dem anspruchsvollen Signum einer „life history“ in die Welt zu schicken?

Sicherlich ist für diese Überschätzung des Phasenwechsels aber noch ein anderes Moment von Bedeutung gewesen. Bei allen höheren Pflanzen stimmen, von den Moosen angefangen bis zu den Phanerogamen, die Kardinalpunkte des Phasenwechsels mit denen des HOFMEISTERschen Generationswechsels überein. Mochten die Generationen morphorlogisch so wechselvoll ausgestaltet sein, wie sie wollten, mochte die Reduktion des Gametophyten im Laufe der Phylogenie fast bis zu seinem völligen Verschwinden geführt haben, der Phasenwechsel blieb sich gleich, er erschien als der einzige ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht. Für ihn kommt es nicht auf die Zahl der Teilungsschritte an. Eine Diplophase bleibt Diplophase, ob sie sich nun auf Millionen oder Hunderte von Zellgenerationen oder nur auf eine einzige erstreckt. Andrerseits war schon für HOFMEISTER, der nichts von moderner Cytologie wußte, das hinfällige, winzige Sporogon eines Lebermooses ebenso gut eine Generation wie der Jahrhunderte alte, mächtige Coniferenstamm. Und so nahm man kurzerhand pars pro toto, sah die hier vorhandenen phylogenetischen und ontogenetischen Homologien als durch den Phasenwechsel am einheitlichsten gekennzeichnet an und machte sich keine Bedenken, nun bei Thallophyten auch umgekehrt aus dem Phasenwechsel Schlüsse auf die Homologie der einzelnen Phasen zu ziehen. Man bemerkte dabei garnicht, daß man eine Annahme zur Grundlage der Schlußfolgerungen machte, deren Berechtigung vorerst eine ganz vorurteilsfreie Prüfung von verschiedenen Gesichtspunkten aus erfordert hätte.

Nun sind in der letzten Zeit eine ganze Anzahl von Beispielen bekannt geworden, die aufs klarste beweisen, daß es — um mit GOEBEL zu reden — zwar der Pflanze darauf ankommt, den Vorgang der Chromosomenreduktion irgendwo und irgendwie abzumachen, daß ihr aber keineswegs viel daran zu liegen scheint, an welcher Stelle der Entwickelung dies erfolgt. Denn anders kann man die besonders durch SVEDELIUS erforschten Verhältnisse bei den Rhodophyceen kaum deuten. Auf der einen Seite haben wir da den Typus der diplobiontischen Formen, *Polysiphonia* und *Delesseria*, mit haploiden Sexualpflanzen, diploiden Gonimoblasten und diploiden Tetrasporenpflanzen, auf der anderen Seite den durch *Scinaia* repräsentierten haplobiontischen Typus, mit haploider Sexualpflanze, haploiden Gonimoblasten und einer auf eine einzige Zelle beschränkten Diplophase. Es unterliegt doch nicht dem geringsten Zweifel, daß die Gonimoblasten und Carposporen der beiden Formen homolog sind. Das erkennt auch SVEDELIUS selber an. Ja er geht sogar noch weiter und leitet die diplobiontische Form von der haplobiontischen durch die Annahme einer im Laufe der Phylogenie erfolgten Verschiebung der Reduktionsteilung ab. Damit gibt er doch zu, daß der Phasenwechsel für die Ausgestaltung der Florideen erst in zweiter Linie steht. Wie er gleichwohl — gewissermaßen im selben Atemzuge — dem Phasenwechsel auch bei den Florideen die dominierende Rolle eines „Generationswechsels“ zuweisen kann, ist mir gänzlich unverständlich. Für mich besteht hier ein offensichtlicher Widerspruch.

Die Rhodophyceen sind übrigens nicht das einzige Beispiel für eine Verschiebung des Phasenwechsels. Ich erinnere an die Diatomeen, deren beide Hauptgruppen, soviel wir wissen, sich cytologisch dadurch unterscheiden, daß bei den Centricae die vegetative Zelle zur Haplophase, bei den Pennatae zur Diplophase gehört. Aber auch in der Cormophytenreihe lassen sich solche Verschiebungen nachweisen: Beim Normaltypus der angiospermen Embryosackentwicklung vollzieht sich die Reduktionsteilung bei der Bildung der Makrospore, vor der Entwicklung des Embryosackes. Dieser stellt im 1-Kern-Stadium die erste Zelle der Haplophase dar. In all den Fällen aber, wo die Tetradenteilung der Embryosackmutterzelle unterbleibt und wo, wie man zu sagen pflegt, sie unmittelbar zum Embryosack wird, vollzieht sich die Reduktionsteilung nicht bei der Bildung, sondern erst bei der Keimung der Makrospore.[1] Hierher gehören z. B. *Lilium*, die Penaeaceae und andere Pflanzen mit 16-kernigem Embryosack sowie die kürzlich untersuchte *Plumbagella*. Auch für diese Fälle gilt, streng genommen, nicht die Behauptung, daß Phasenwechsel und Generationswechsel sich decken — wenn man hier überhaupt die Reste des reduzierten Gametophyten als „Generation“ anerkennen wollte.

Werfen wir nun noch einen kurzen Blick auf die Pilze. Für Ustilagineen und Basidiomyceten scheint, soweit die bisherigen, noch nicht lückenlosen Resultate dies vermuten lassen, die Sache auch so zu liegen, wie bei Florideen und Diatomeen, daß nämlich der Phasenwechsel bei den einzelnen Vertretern der Gruppen an verschiedene Punkte des Entwicklungsganges geknüpft ist. Das gleiche gilt für die Uredineen. Hier sind nun die Verhältnisse durch den Wirtswechsel und andere in Zusammenhang mit der parasitischen Lebensweise stehende Komplikationen besonders verwickelt, und ich muß es mir schon aus Raumgründen versagen, auf sie näher einzugehen. Ebenso will ich auf eine Besprechung der übrigen Pilzgruppen verzichten; doch soll nicht verschwiegen werden, daß es, wie z. B. bei den Ascomyceten vom Pyronematypus, auch Fälle gibt, die sich sehr wohl mit dem Generationswechsel der Moose und Farne vergleichen lassen. Allerdings halte ich es für unrichtig, hier mehr als ein Analogon zu sehen. Homolog sind die Entwicklungsabschnitte eben nur hinsichtlich der Kernverhältnisse d. h. der Chromosomenzahlen. Daß aber eine cytologische Homologie nicht ohne weiteres auch eine phylogenetische involviert, beweist die Verschiebung des Phasenwechsels bei den Rotalgen zur Genüge. Der Phasenwechsel ist eben nicht der ruhende Pol, nicht der unverrückbare Maßstab, den man eine Zeit lang an alle anderen mit der Fortpflanzung zusammenhängenden Verhältnisse legen zu müssen glaubte.

---

[1] Die Cytologen werden dies freilich nicht anerkennen und unter Hinweis auf Übergangsformen mit temporärer Wandbildung usw. für die Makrosporen die Makrosporenkerne substituieren wollen. Wenn man sich aber erst einmal vom Banne des cytologischen Dogmas frei gemacht hat, erscheint die obige Deutung, die bekanntlich auf ERNST zurück geht, mindestens ebenso berechtigt als der „compound embryosac“ der Miß PACE.

Aus der Gesamtheit der bisher bekannten einschlägigen Tatsachen scheint mir also mit Sicherheit hervorzugehen, daß die durch den Phasenwechsel bedingten Abschnitte weder entwicklungsgeschichtlich, noch morphologisch, noch phylogenetisch homolog sein müssen.

Wenn sie bei den Archegoniaten nun tatsächlich unter normalen Verhältnissen homolog sind, so handelt es sich um eine in dieser Reihe durch besondere Umstände in der Phylogenese zustande gekommene korrelative Verknüpfung von Rhythmen, die wir begrifflich als Phasen- und Generationswechsel streng auseinander halten müssen. Da aber auch der Wechsel der Gestalt kein integrierender Bestandteil dieser beiden Begriffe ist, ergibt sich für eine vollständige Analyse der Tatsachen die Notwendigkeit, noch einen dritten Faktor abzutrennen, den ich Gestaltswechsel nennen möchte.

Die für die Archegoniaten charakteristische Eigentümlichkeit, die sie für den Botaniker zum Generationswechseltypus *κατ' ἐξοχήν* werden ließ, ist also nicht ein einfaches Phänomen, sondern beruht auf der gleichsinnigen, engen Verknüpfung dreier, begrifflich streng geschiedener Rhythmen.[1] Alle drei haben sich mehrmals und unabhängig von einander — ähnlich wie auch die Sexualität — im Laufe der Stammesgeschichte entwickelt und treten uns daher in den verschiedenen Pflanzen- und Tiergruppen entweder allein oder mannigfach kombiniert entgegen.

Was ich unter Phasenwechsel verstehe, bedarf nach dem oben Gesagten keiner weiteren Erläuterung. Man könnte nur darüber im Zweifel sein, ob man die Haplophase mit den Tetraden (Gonen LOTSYS) oder bereits einen Teilungsschritt früher, mit den Dyaden, beginnen lassen soll, wie dies KYLIN letzthin vorschlug. Ich würde die Tetraden vorziehen, da ja der Mechanismus der Chromosomenreduktion, wie es scheint, erst mit dem zweiten Teilungsschritte seinen völligen Abschluß erreicht. Aber das ist ja ein hier nebensächlicher Punkt, über den sich die Cytologen einigen mögen. — Für den Beginn der Diplophase ist der Zusammentritt von Sexualkernen maßgebend. Ob sie nun sofort verschmelzen oder geraume Zeit selbständig bleiben, wie bei den Ascomyceten und anderen Pilzen, ist dafür gleichgültig.

Wie ist nun der Begriff des Generationswechsels zu umgrenzen? Vergegenwärtigen wir uns dazu einige Fälle. Bei den Moosen und Farnen, bei *Dictyota*, bei den Ascomyceten vom

---

[1] Ähnliche Gedankengänge finden sich auch in HARTMANNs Vortrag: Der Generationswechsel der Protisten usw. Verh. Deutsch. Zool. Ges. Bd. 24, 1914.

Pyronematypus wird man darüber kaum im Zweifel sein. Wie aber verhält sich die Sache z. B. bei den Florideen? Nehmen wir zunächst den Delesseriatypus, so ist es klar, daß morphologisch und entwicklungsgeschichtlich die Sexualpflanze und die Tetrasporenpflanze je eine Generation darstellen. Aber auch dem Gonimoblasten, der aus der befruchteten Eizelle entsteht und mit der Carposporenbildung seine Entwicklung beendet, wird man den Wert einer Generation zugestehen, mit dem gleichen Rechte, wie man auch vor der cytologischen Epoche das Moossporogon als Generation ansprach. Ich habe hier also drei Generationen unterschieden und KYLIN kommt in dem eingangs genannten Aufsatze zum gleichen Resultat. Bei den Florideen vom Scinaiatypus sind demnach zwei Generationen vorhanden, die Sexualpflanze und der Gonimoblast. Hingegen möchte ich die Fälle, wo die eine der Kernphasen auf einige oder gar nur eine „Zellgeneration" beschränkt ist, also zum Beispiel die Tiere, *Fucus* und auch die höheren Pflanzen, von diesem Begriffe ausschließen. Der Generationswechsel wird in der Reihe der Gymnospermen mehr und mehr rückgebildet, bis er schließlich bei den Angiospermen ganz verschwindet.

Für den Generationswechselbegriff in seiner allgemeinen Fassung, wie ich ihn hier im Auge habe, ist die Art der Fortpflanzungsmittel, vermöge deren die eine Generation die folgende erzeugt, nur von untergeordneter Bedeutung. Mögen auch die einzelnen Generationen aus Sporen, befruchteten oder unbefruchteten Eiern ihren Ausgang nehmen, oder durch Sprossung entstehen, wie so häufig im Tierreich — wir können ihren regelmäßigen Wechsel unbeschadet all dieser an sich bemerkenswerten Differenzen unter den Oberbegriff des Generationswechsels subsumieren, wie dies ja von zoologischer Seite schon längst geschehen ist.

Nun noch einige Worte über das, was oben Gestaltswechsel genannt wurde. Während sich im klassischen Archegoniatenbeispiel die beiden Generationen auch hinsichtlich ihrer morphologischen Ausgestaltung unterschieden, haben sie anderwärts, z. B. bei *Dictyota*, und bei *Polysiphonia* wenigstens zwei der drei Generationen, das gleiche Aussehen.

In noch anderen Fällen sehen wir einen Wechsel der Gestaltung innerhalb einer Generation auftreten, wie z. B. bei den Moosen, wo die Geschlechtsgeneration in Protonema und Moospflanze gegliedert ist. Damit soll aber nicht etwa der Sproßwechsel ČELAKOVSKYs zu neuem Leben erweckt, sondern nur solche Entwicklungsabschnitte erfaßt werden, die eine größere Selbständigkeit besitzen. Aus der Reihe der Tiere, wären hier z. B. die Insekten zu erwähnen, wo ein ausgeprägter Larvenzustand dem Imagostadium vorausgeht. Ich will gern zugestehen, daß sich vielleicht Fälle finden lassen, wo die Entscheidung, ob ein Gestaltswechsel in unserem Sinne vorliegt oder nicht, auf Schwierigkeiten stößt; das gleiche gilt für den Generationswechsel. Aber das kann bei einer Systematisierung von Naturerscheinungen ja nicht Wunder nehmen und tut dem zugrunde liegenden Gedankengange keinen Abbruch.

Grenzen wir nun die drei unterschiedenen Rhythmen noch einmal scharf gegeneinander ·ab.

1. Der Phasenwechsel ist durch Befruchtung und Reduktionsteilung bedingt und findet sich daher notwendig bei allen Organismen, die eine Sexualität aufweisen. Bezeichnet man die Haplophase durch das Symbol K_1, die Diplophase durch K_2, so läßt sich ein vollständiger Zyklus durch $K_1 + K_2$ oder $K_2 + K_1$ zum Ausdruck bringen. Will man in dieser Formel noch andeuten, daß der eine der Abschnitte auf eine einzige Zelle oder nur wenige Teilungsschritte beschränkt ist, so kann man das betreffende Symbol einklammern, also $K_2 + [K_1]$ für die Tiere und Angiospermen.

2. Der Generationswechsel ist dadurch charakterisiert, daß in bestimmter Folge verschiedenartige Generationen miteinander abwechseln z. B. Prothallium — Farnkraut, bei *Dictyota*: Geschlechtspflanze — Tetrasporenpflanze, bei den Gallwespen: Geschlechtsgeneration — agame Generation, bei den Daphniden: eine Folge parthenogenetischer Weibchen — Geschlechtsgeneration usw. Führt man hier das Symbol G ein, so ist das Farnkraut durch die Formel $G_1 + G_2$ bestimmt, für die Rotalgen vom *Delesseria*typus hätte sie $G_1 + G_2 + G_3$ zu lauten.

3. Der Gestaltswechsel äußert sich darin, daß der Entwicklungsgang in mehrere, morphologisch wesentlich verschiedene, getrennte Abschnitte gegliedert ist, die unter normalen Bedingungen regelmäßig durchlaufen werden, z. B. Protonema — Moospflanze — Sporogon, bei vielen Insekten Larve — Imago. Will man auch diese Verhältnisse durch ein kurzes Symbol kennzeichnen und dafür den Buchstaben M anwenden, so wäre der Gestaltswechsel eines Mooses durch $M_1 + M_2 + M_3$ charakterisiert.

Die angegebenen Symbole erlauben auch eine bequeme gegenseitige Verbindung, die den verschiedenen, in den einzelnen Gruppen der Organismen verwirklichten korrelativen Verknüpfungen der drei Rhytmen gerecht wird. Durch Hinzufügung von anderen, in der Biologie üblichen Zeichen, wie ♂, ♀, ☿, (♀) [(♀) = parthen. Weibchen] lassen sich diese Formeln noch weiter ausgestalten. Davon nur einige Beispiele aus Pflanzen- und Tierreich.

Gewöhnlicher Farntypus mit gleichsinniger korrelativer Verknüpfung aller drei Rhythmen, ohne jede weitere Komplikation:

☿ $K_1 M_1 G_1 + K_2 M_2 G_2$

(= zwittrige, haploide, prothalliale Generation + neutral. diploid. Sporophyt.)

Cycadeen:

♂ ♀ $K_2 M_2 G_2 +$ [♂ ♀ $K_1 M_1 G_1$]

(= getrennt geschl. diploide Pflanze + getrennt geschl., reduzierte, haploide prothalliale Generation.)

Dictyota:

♂ ♀ $K_1 M_1 G_1 + K_2 M_1 G_2$

= getrennt gesch., haploide Sexualgeneration + neutrale, gleichgestaltete (Tetrasporenpflanze.)

Polysiphonia:

♂ ♀ $K_1 M_1 G_1 + K_2 M_2 G_2 + K_2 M_1 G_3$

(= getrennt geschl. hapl. Sexualgen. + diploid. Gonimoblastgenerat. + Tetrasporenpflanze, die diploid. K_2, aber der 1. Gener. gleich gestaltet, also M_1 ist und eine 3. Generation G_3 darstellt.)

Hier kann man auch nach algebraischer Gepflogenheit den Faktor K_2 aus den beiden letzten Gliedern „vor eine Klammer setzen“, also:

♂ ♀ $K_1 M_1 G_1 + K_2 (M_2 G_2 + M_1 G_3)$

So kommt es noch besser zum Ausdruck, daß die Diplophase in zwei Generationen gegliedert und die Haplophase auf die Geschlechtsgeneration beschränkt ist, im Gegensatz zum folgenden Typus.

Scinaia:

☿ $K_1 M_1 G_1 + [K_2] + K_1 M_2 G_2$

(= zwittr. Sexualpflanze + Gonotokont + Gonimoblast). Auch hier kann man aus dem ersten und letzten Gliede den gemeinsamen Faktor K_1 ausklammern, muß dann aber zuvor eine Umstellung vornehmen und mit dem Gonimoblasten beginnen. Man erhält so:

$K_1 (M_2 G_2 +$ ☿ $M_1 G_1) + [K_2]$

Auch diese Formel scheint mir ein recht anschauliches Bild der Verhältnisse zu geben, besonders im Vergleich mit dem letzten für *Polysiphonia* gefundenen Ausdruck. Man erkennt auf den ersten Blick, daß hier die Haplophase in zwei Generationen gegliedert ist, während die Diplophase auf den Gonotokonten beschränkt bleibt, der nicht den Wert einer Generation besitzt.

Pyronema:

☿ $G_1 M_1 K_1 + G_2 M_2 (K_2 + [K_1])$

(= zwittrige hapl. Sexualgener. + ascogene Hyphen mit dem Ascus und seinen Sporen.) Da im Ascus, der unserer Auffassung nach vollständig zur G_2 gehört, ein Phasenwechsel eintritt, indem auf die Reduktionsteilung noch wenigstens ein weiterer Teilungsschritt folgt, wurde diesem Sachverhalt durch die Eingliederung des $[K_1]$ Rechnung getragen.

Säugetiere, Vögel:

♂ ♀ $K_2 + [K_1]$

(= ♂ u. ♀ Individ. + Keimzellen.)

Da hier weder ein Gestalts- noch ein Generationswechsel vorliegt, genügen die Symbole für den Phasenwechsel.

Salpen:

$G_1 M_1 K_2 +$ ☿ $G_2 M_2 (K_2 + [K_1])$

(= diploide Ammengeneration + hermaphrodite Geschlechtsgen. mit den Keimzellen.)

Holometabole Insekten ohne Generationswechsel:

♂ ♀ $K_2 (M_1 + M_2) + [K_1]$

$(M_1 + M_2)$ ist hier = Larve + Imago.

Gallwespen mit einfachem Generationswechsel

(♀) $G_1 (M_1 + M_2) K_2 +$ ♂ ♀ $G_2 (M_3 + M_4) K_2 + [K_1]$

(= agame Generation (bestehend aus Larve + Imago), diploid, + Geschlechtsgeneration), besteh. aus Larve + Imago, die aber von denen der ersten Gen. abweichen), diploid, die Keimzellen produzierend.

Diese Formel könnte durch Weglassen der Symbole für den Phasenwechsel, der ja bei den Metazoen stets bei der Bildung sexuell funktionierender Keimzellen stattfindet, noch übersichtlicher werden. In anderen Fällen empfiehlt sich aber auch die Beibehaltung der K-Symbole z. B. bei der

Biene:

Königin: ♀ $K_2 (M_1 + M_2) + [K_1]$ = diploides ♀, das Eier produziert.
Arbeiterin: ♀ $K_2 (M_1 + M_2)$ = ♀, das in der Regel keine Haplophase (Eier) hervorbringt.
Drohne: ♂ $K_1 (M_1 + M_2)$ = ♂, das bekanntlich in Soma und Keimzellen eine Haplophase ist.

Alle drei mit Larven- und Imagostadium.

Diese wenigen Beispiele genügen, um zu zeigen, daß die hier durchgeführte Formulierung plastisch genug ist, sich auch recht verwickelten Verhältnissen anzupassen. Auf die Reihenfolge der Faktoren K, M, G, innerhalb der einzelnen Glieder kommt es im Prinzip nicht an. Welche am zweckmäßigsten ist, ergibt sich im einzelnen Falle aus dem Objekte und dem Zusammenhange, in dem man es mit anderen vergleichen will. Hingegen dürfen die Summanden natürlich nicht beliebig vertauscht werden, wozu vielleicht das Summierungszeichen verleiten könnte; denn ihre Reihenfolge ist durch den natürlichen Entwicklungsgang bedingt. Doch liegt für den Beginn mit einem bestimmten Gliede natürlich kein Zwang vor.

Man könnte auch daran denken, die Verschiedenheit der Fortpflanzungsmittel, vermöge deren eine Generation die folgende erzeugt, durch irgend ein Symbol zum Ausdruck zu bringen; doch sehe ich, um die Formeln nicht zu kompliziert zu machen, zunächst davon ab. Im übrigen lege ich auf die Formulierung keinen besonderen Nachdruck. Schon die Abneigung der meisten Biologen gegen alles, was auch nur äußerlich an Mathematik erinnert, wird dafür sorgen, daß sie wenig Beifall findet. Wenn ich es gleichwohl wagte, sie hier für einige Beispiele anzuführen, so geschah es aus zwei Gründen. Erstens glaube ich, daß die Formeln als didaktisches Hilfsmittel einigen Wert haben; denn nichts zwingt so, sich über die einschlägigen Erscheinungskomplexe klar zu werden, als ihre genaue Formulierung. Zweitens sehe ich in den Formeln einen gewissen Ersatz für eine komplizierte Nomenklatur. Die Zoologen haben zwar für einige hierher gehörige Fälle schon besondere Termini eingeführt, wie Metagenesis und Heterogonie, aber diese beziehen sich ja in der Hauptsache nur auf die Unterschiede in den Fortpflanzungsmitteln und lassen fast alle anderen uns hier interessierenden Beziehungen dahingestellt. Für die allgemeine HARTMANNsche Einteilung der Phänomene des Generationswechsels in

1. primären
   - fakultativen, homologen
   - obligatorischen, homologen
   - obligatorischen, antithetischen
2. sekundären
   - Metagenesis
   - Heterogonie

gilt das gleiche. Sie will ja auch vor allem anderen Momenten Rechnung tragen. Es hätte übrigens nach meinem Empfinden gar keinen Zweck, den ohnehin schon überreichen Wortschatz der Fortpflanzungslehre noch mit neuen Terminis zu belasten und man wird sehr gut mit Ausdrücken wie: eine Rhythmenkombination vom Farntypus, ein Phasenwechsel vom Metazoentypus, ein Generationswechsel vom Delesseriattypus auskommen.

Meine Unterscheidungen und Formulierungen sind rein deskriptiv und wollen nichts anderes, als lediglich die vorhandenen Tatsachen, frei von jeglichen phylogenetischen Spekulationen wiedergeben. Will man phylogenetische und entwicklungsmechanische Momente über das Zustandekommen und die Notwendigkeit des Generationswechsels berücksichtigen, so liegt in der HARTMANNschen Einteilung ein einstweilen ausreichendes Mittel vor, das sich die Zoologen z. T. schon zu eigen gemacht haben und das auch in botanischen Kreisen vermutlich mehr und mehr Anklang finden wird.

In den vorstehenden Abschnitten wurde versucht, den Begriff des Generationswechsels von dem des Phasenwechsels und Gestaltswechsels reinlich zu scheiden. Ich kann es wohl mit Gewißheit voraussehen, daß man mir von mancher Seite den Vorwurf machen wird, Engverknüpftes zu trennen und Heterogenes zusammenzuwerfen. Der Vorwurf träfe, wie ich glaube, nicht den Kern der Sache. Man denke daran, mit wieviel anderen Dingen das, was wir als Sexualität bezeichnen, verquickt ist. Zweifellos ist es doch aber zweckmäßig und notwendig, den Sexualitätsbegriff als solchen zu abstrahieren. Die für den einzelnen Fall charakteristischen Eigentümlichkeiten und Korrelationen mit anderen Erscheinungen werden dadurch nicht verwischt und so meine ich, daß auch durch die Abstraktion der Begriffe Phasenwechsel, Generationswechsel und Gestaltswechsel die Besonderheit ihrer Verknüpfung, die gerade den einzelnen Fall auszeichnet, nicht verschleiert, sondern eher noch hervorgehoben wird. Das dürfte auch aus der versuchten Formulierung ersichtlich werden, die — wie gern zugegeben sei — noch verbessert und ausgebaut werden kann.

Nachschrift.

Die vorstehenden Ausführungen waren bereits druckfertig abgeschlossen, als mir noch eine weitere Arbeit zu Händen kam, in der ein dritter Botaniker zur Frage des Generationswechsel-Problems Stellung nimmt, H. RENNER im Biol. Centralblatt 1916, S. 337. RENNER diskutiert vor allem die mannigfachen Verhältnisse, die durch die Art der Fortpflanzungsmittel im Generationswechsel und Phasenwechsel gegeben sind, beschäftigt sich also mit Fragen, die ich absichtlich in den Hintergrund gestellt hatte. In einem wesentlichen Punkte aber stimmt er mit KYLIN und mir überein, in der Trennung der Begriffe Generationswechsel und Phasenwechsel. Ja er schlägt sogar den gleichen Terminus vor. Die Tatsache, daß drei Autoren zur selben Zeit völlig unabhängig voneinander zu diesem Ergebnis gelangten, zeigt wohl am besten die Notwendigkeit der vorgenommenen Trennung und so ist wohl zu erwarten, daß sich auch der Terminus Phasenwechsel, den nun glücklich drei Autoren aus der Taufe gehoben haben, einbürgern wird. Übrigens hat MAIRE — wie ich nachträglich feststellte — nicht nur die Worte Haplophase und Diplophase vorgeschlagen, sondern in seiner Darstellung der Uredineen (Progressus Rei Botanicae Bd. IV) mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse dieser Pilzgruppe das Wort Generation und Generationswechsel, um Mißverständnissen vorzubeugen, grundsätzlich vermieden. Er spricht von Phasen und Stadien und folgerichtig von alternance des phases und alternance des stades. Er war also der erste, der den Terminus Phasenwechsel anwandte, allerdings nur in Beschränkung auf die besonderen Verhältnisse der Uredineen und ohne ihn generell zu fassen und zu begründen.

Auf Übereinstimmungen und Differenzen im einzelnen zwischen RENNERs und meinen Ausführungen einzugehen, würde hier zu weit führen. Ich bemerke nur, daß RENNER unter einer Generation (scilicet Wechselgeneration) einen von zwei „obligaten Keimzellen“ eingefaßten Entwicklungsabschnitt, der ein einigermaßen ansehnliches Wachstum zeigt, versteht. Es würden also bei dieser Fassung des Begriffes zwar die Gallwespen (Heterogonie) nicht aber die Salpen (Metagenesis) darunter fallen. RENNER hatte eben bei seiner Darstellung lediglich die Pflanzen im Auge. Mit Rücksicht auf historische wie auch allgemein biologische Gesichtspunkte möchte ich aber nochmals mit Entschiedenheit dafür eintreten, daß auch die Metagenesis mit in den Generationswechselbegriff einbezogen wird. Das wesentliche ist die periodische Wiederholung von verschiedenen Entwicklungsabschnitten, die durch einen Fortpflanzungsakt begrenzt werden. Die Art der Fortpflanzungsmittel kommt als differentia specifica erst in zweiter Linie. Auch HARTMANN schließt keineswegs, wie RENNER meint, Metagenesis und Heterogonie aus dem allgemeinen Generationswechselbegriff aus, wie ja bereits aus den vorstehenden Seiten erhellt.

---

53. Hugo Miehe: Über die Knospensymbiose bei Ardisia crispa.

(Eingegangen am 12. Oktober 1916.)

Nachdem in der ersten ausführlichen Mitteilung[1]) über die merkwürdige Symbiose zwischen der Myrsinazee *Ardisia crispa* und Bakterien ein abgeschlossenes anatomisches und morphologisches Bild des symbiontischen Kreislaufes gegeben worden war, mußte es das Ziel der weiteren Untersuchungen sein, die physiologische Bedeutung der Symbiose, die ich absichtlich noch gänzlich offen gelassen hatte, aufzuklären. Ich wandte mich zunächst den Bakterien zu und isolierte aus keimenden Samen zwei Mikroorganismen, von denen der eine mit Wahrscheinlichkeit als identisch mit dem echten Symbionten bezeichnet wurde[2]). Diesen Isolierungs-

---

1) MIEHE, H., Javanische Studien. V. Die Bakterienknoten an den Blatträndern von *Ardisia crispa* A. DC. Abhandl. d. Mathem.-Phys. Klasse d. Königl Sächs. Ges. der Wissensch. Bd. XXXII. Nr. IV. 1911.

2) MIEHE, H., Weitere Untersuchungen über die Bakteriensymbiose bei *Ardisia crispa*. I. Die Mikroorganismen. Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. 53. p. 1. 1913.

versuch der Bakterien mußte der Versuch begleiten, die Pflanze selber zu isolieren, um dann das symbiontische System durch Impfung wieder zusammenzufügen. Solche Studien wurden bereits im Jahre 1911 begonnen und in den folgenden Jahren bis zum Ausbruch des Krieges fortgesetzt. Da aus äußeren Gründen leider das nunmehr fertig vorliegende Manuskript über diese das *Ardisia*problem vorläufig abschließenden Untersuchungen erst nach geraumer Zeit wird erscheinen können[1]), erlaube ich mir, auf den folgenden Blättern einen ganz kurzen Bericht über einige Ergebnisse zu geben.

Unter den vielfach variierten Versuchen, die Pflanze von ihren ständigen Begleitern zu befreien, erwies sich nur die Sterilisierung durch Hitze als erfolgreich. Ich unterwarf Samen, Stecklinge und bewurzelte Topfpflanzen einer zweitägigen Erwärmung auf 40 Grad.

Was zunächst die Samen angeht, so überstanden sie diese Erwärmung sehr gut. Sie keimten ebenso rasch und mit demselben Keimprozent aus wie normale Samen. Auch die erste Entwicklung solcher stets mit einer großen Zahl von Samen angestellten Kulturen zeigten in den ersten vier Monaten keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den parallelen Normalkulturen. Dann aber begann sich eine außerordentlich merkwürdige Erscheinung einzustellen und allmählich immer mehr auszuprägen: die aus erhitzten Samen hervorgehenden Keimlinge bleiben, nachdem sie einen höchstens bis zu einem vierblättrigen Stadium gehenden Entwicklungszustand erreicht haben, in ihrem Wachstum stehen, d. h. sie strecken sich nicht weiter und bilden keine normalen Blätter mehr. Dafür beginnen die Achselknospen anzuschwellen, die dann im Verlauf von Jahren immer mehr zunehmen, sich mit Periderm umkleiden und zu großen Knollen werden. Solche Zwergpflänzchen sind dann mit derben, höckrigen Knöllchen besetzt.

Ganz dasselbe tritt ein, wenn beblätterte abgeschnittene Zweige der Erhitzung unterworfen und dann gesteckt werden. Sie bilden ein sehr kräftiges Wurzelwerk aus, bleiben aber in der Entwicklung der oberirdischen Teile vollkommen stehen. Dafür beginnen auch hier die Achselknospen anzuschwellen. Sie umgeben sich mit etlichen schuppigen Niederblättchen, wandeln sich aber bald in derbhüllige Knollen um. Indem diese dann periodisch immer neue kleine Knöspchen treiben, die in derselben Weise wie oben zu Höckern werden, entstehen höchst sonderbare, korallen- oder blumenkohlartige Wucherungen. Dabei bleibt die Pflanze unter dauerndem Dickenwachstum des Stammes jahrelang am Leben, zuletzt in ganz blattlosem Zustande, nachdem sie ihre ursprüngliche Beblätterung ganz eingebüßt hat.

---

[1]) Ebenfalls in den Jahrb. f. wissensch. Botanik.

Endlich erhitzte ich auch größere Topfpflanzen, aber nur apikal; die basal außerhalb der Erhitzungszone gelegenen Achselknospen wurden jedesmal, wenn sie austreiben wollten, entfernt. Auch diese Pflanzen zeigten, abgesehen von einigen, hier nicht näher zu erörternden Eigentümlichkeiten, das gleiche Verhalten wie die erhitzten Steck- und Keimlinge, indem sich die Achselknospen zu derben Höckern umgestalteten.

Da die Möglichkeit nahe lag, daß der ganz unerwartete Effekt der Erhitzung als unmittelbare Folge dieser selbst zu deuten wäre, wurde eine wahllos herausgegriffende Zahl anderer Samen und Topfpflanzen der gleichen Behandlung unterworfen. Alle diese Objekte aber starben entweder ab oder sie wuchsen ganz normal weiter, ohne je eine an das obige Bild erinnernde Störung zu zeigen.

Sehr merkwürdig und für die Deutung der auffallenden Hemmungserscheinungen wichtig war nun die Tatsache, daß auch in normalen Aussaaten von *Ardisia* ganz regelmäßig Zwerg- und Kümmerformen auftreten, die sich genau so wie jene nach Erhitzung allgemein erzielten verhalten.

Die mikroskopische Untersuchung der Hitze- und der spontanen Krüppel ergab, daß die Vegetationspunkte niemals, die Blättchen (soweit, wie das bei manchen Sämlingen die Regel ist, anfänglich noch welche angelegt werden) nur ganz ausnahmsweise einmal Bakterien enthalten. Dabei waren aber die Blattknötchen ganz normal ausgebildet, ihre Ausgestaltung vermag also ohne die Anwesenheit der Bakterien vor sich zu gehen. Irgend eine parasitäre Ursache der knolligen Mißbildungen war nicht aufzufinden; für die Erklärung ihrer Entstehung würde ja auch die allgemeine Hemmung sämtlicher Knospen völlig ausreichen.

Auf Grund einer ausführlichen, kritischen Ueberlegung, die im einzelnen hier nicht wiederholt werden soll, bin ich zu der Auffassung gelangt, daß es die Abwesenheit der Bakterien ist, welche die auffallenden Hemmungserscheinungen verursacht. In dem einen Falle sind sie künstlich vernichtet, im anderen spontan ausgeblieben. Daß dies letztere gerade leicht in den Samen geschehen kann, hängt mit den Besonderheiten des symbiontischen Kreislaufes zusammen, der gerade bei der Samenbildung durch eine kritische Phase geht. In der Tat kann man nicht selten Samen finden, welche keine oder nur offenkundig tote Bakterien enthalten.

Die Richtigkeit obiger Auffassung vorausgesetzt, mußte nunmehr der Versuch gemacht werden, die beiden Komponenten durch Impfung wieder zu vereinigen. Als Impfmasse wurden Reinkulturen des früher ausführlich beschriebenen und studierten *Bac. foliicola* sowie Bakterienaufschwemmungen benutzt, die direkt aus Knospen und Blattknoten hergestellt wurden. Trotz oft wiederholter und vielfach variierter Versuche ist es aber nicht geglückt, eine normale Entwicklung vorbehandelter Keimlinge resp. Stecklinge hervorzurufen, die sicher als eine Folge der Impfung anzusprechen gewesen wäre. Die Entscheidung dieser Frage wird nämlich dadurch sehr erschwert, daß ein kleiner Teil der künstlich oder natürlich bakterienfreien Pflanzen ausnahmsweise später in einzelnen Knospen zum normalen Wachstum zurückkehren kann. Das beruht offenbar darauf, daß der Erfolg der Sterilisierung nicht absolut zu sein braucht. Der strenge Beweis für die Richtigkeit der obigen Annahme fehlt also einstweilen noch, wie auch der Legitimitätsnachweis des seinerzeit isolierten Bacillus unmöglich gemacht wird und damit auch einstweilen die Möglichkeit entfällt, aus den ermittelten oder noch zu ermittelnden physiologischen Eigenschaften dieses Keimes einen Anhalt für die Deutung der Lebensgenossenschaft zu gewinnen.

Einige Kulturversuche hatten den Zweck, über die Frage zu orientieren, ob die *Ardisia* etwa ebenso unabhängig von dem im Boden gegebenen Stickstoff ist, wie die Leguminose. Es ging aus den Versuchen wenigstens soviel hervor, daß die *Ardisia* sehr deutlich und dankbar auf die Darreichung von Stickstoff im Boden reagiert, daß sie sich also hierin von der Leguminose unterscheidet. Eine tiefer gehende Untersuchung der Beziehung der *Ardisia* zum Stickstoff wurde durch den Umstand verhindert, daß ja die Entfernung der Bakterien eine vollkommene Hemmung der Entwicklung bedingt.

Was nun die physiologische Deutung der Symbiose anlangt, so läßt sich auf dem Boden unserer Schlüsse nur die ganz allgemeine Feststellung machen, daß die normale Entwicklung der *Ardisia* und damit auch die Existenzfähigkeit der Art gänzlich abhängig ist von den Bakterien. Freilich ein unerwartetes und merkwürdiges Resultat! Fehlen die Bakterien, so treten Hemmungserscheinungen auf, die aber nicht allgemein jeden Wachstumsvorgang betreffen, sondern nur das Streckungswachstum der Achse und die Entwicklung der Blätter. Die Wurzeln, das Dickenwachstum sowie die meristematische Tätigkeit der Vegetationspunkte werden nicht beeinträchtigt. Welche Hemmung die primäre ist, ist vorläufig nicht zu entscheiden. Desgleichen muß es auch unbekannt bleiben, worin der notwendige Einfluss der Bakterien auf das normale Wachstum beruht. Eine gewisse Analogie bieten die Gallen, doch wären es bei *Ardisia* merkwürdigerweise die normalen Formbildungsvorgänge, die in die Abhängigkeit einer fremden Reizwirkung geraten wären. Die in ihren anatomisch-morphologischen Merkmalen ganz auffallend mit der Ardisiensymbiose übereinstimmende Rubiazeensymbiose, wie sie von v. FABER[1]) genauer studiert wurde, gibt uns keine Hinweise, da sie nach den Feststellungen dieses Autors auf einer vollkommen anderen physiologischen Basis beruht. Sie soll in physiologischer Hinsicht vollständig der Leguminosensymbiose entsprechen.

Die Symbiose bei *Ardisia* läßt sich zusammen mit den analogen Erscheinungen bei den Rubiazeen und auch bei *Azolla* unter eine Kategorie der „zyklischen Symbiosen“ ordnen, gegenüber den anderen Fällen von Symbiose, deren gemeinsames Merkmal das Fehlen des geschlossenen, auch durch die Samen hindurchgehenden Zyklus ist und die man als azyklische Symbiosen bezeichnen könnte. Zyklische Symbiosen können sich nur in den Knospen herstellen, wie eine einfache Überlegung ergibt; man könnte sie deshalb auch mit dem in der Überschrift gewählten Namen „Knospensymbiosen“ bezeichnen. Möglicherweise gibt es auch Knospensymbiosen, die nur auf die Vegetationspunkte des Sprosses beschränkt sind, bei denen also die in die Blätter verlaufenden Nebengeleise ganz fehlen. Ob hierher ein von v. FABER[2]) erwähnter Fall gehört, ist sehr wohl möglich, aber nicht sicher, da die Bakterienhaltigkeit der Samen noch nicht feststeht. Vielleicht lassen sich bei systematischer Suche auch in der einheimischen Flora Knospensymbiosen finden, die dann neue Anregungen geben und dieses gewiß interessante Problem einer endgültigen Lösung zuführen könnten.

---

1) FABER, F. C. VON, Das erbliche Zusammenleben von Bakterien und tropischen Pflanzen. Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. 51. p. 285. 1912.

2) a. a. O. p. 364.

54. E. Bachmann: Ein kalklösender Pilz.

(Mit Tafel XVI.)

(Eingegangen am 15. Oktober 1916.)

Unter dem Namen *Arthopyrenia lichenum* Arn. führt ARNOLD[1]) am Schluß mehrerer seiner Flechtenverzeichnisse einen Flechtenschmarotzer auf, der verschiedene Flechten befallen kann: *Verrucaria maculiformis* auf Kalkstein, *Lecania Nylanderiana* auf Mörtel, *Acarospora fuscata* auf Sandstein und Eisenerz, *Psorotichia lutophila*, *Verrucaria papillosa* und *dolosa* auf Kalkstein. In der zweiten Zusammenstellung erwähnt er außerdem noch den veralteten Thallus einer *Verrucaria* über Kalkstein und einen dünnen Thallus auf Sandstein ohne Nennung der Spezies als Unterlage für obigen Schmarotzer.

Nicht erwähnt ist in beiden Werken der Dachplattenkalk von Solnhofen, von dem mir ARNOLD seinerzeit reichliche Proben gesendet hat.

Bei der Untersuchung von chroolepusführenden Kalkflechten nahm ich auch die vermeintliche *Arthopyrenia* vor, fand aber weder im Dünnschliff noch in Mikrotomschnitten die genannte Alge vor und selbst in reich fruchtenden Pilzlagern keine Beziehung zu irgendeinem Flechtenthallus, vielmehr führt die *Pharcidia lichenum* (Arn.) ein völlig selbständiges Dasein auf dem Solnhofener Kalk. Untersuchung der Apothezien ergab vollständige Übereinstimmung mit den Diagnosen, die mir von Herrn Dr. ZAHLBRUCKNER gütigst mitgeteilt worden waren, wofür ich ihm auch hier meinen Dank ausspreche. Die eine stamnt von REHM[2]), die andere von VOUAUX[3]).

Die Kalkplatten, auf denen der Pilz wächst, sind 1 bis 5 mm stark, sehr feinkörnig, ziemlich ebenflächig, weich und von mikroskopisch feinen Höhlen und Gängen durchsetzt. Die Wände der Gänge sind immer, die der Höhlen manchmal mit einer gelben, eisenhaltigen, in Salzsäure löslichen Masse ausgekleidet und können leicht zu der Täuschung verführen, daß hier braune Pilzhyphen eingedrungen seien. Bei etwa 50facher Vergrößerung betrachtet erscheinen die Platten fast stets im Querschliff geschichtet. Die Schichten sind nur 20 bis 40 μ dick, laufen der Plattenoberfläche genau parallel und heben sich durch ihre gelbliche Farbe von den farblosen verkrüppelten Kalkkristallen ab. Beim Eintragen in Salzsäure löst sich ein kleiner Teil dieser fremdartigen Beimengung chemisch auf, der größte bleibt zurück und schlägt sich als gelber Bodensatz nieder. Mikroskopisch untersucht weist er eckige, farblose Kristalltrümmer auf, die im dunkeln Gesichtsfeld des Polarisationsapparats stark leuchten, vorwiegend aber formlose, gelbe Körnchen von durchschnittlich 1 μ Durchmesser, die nur teilweise im dunkeln Gesichtsfeld leuchten, zum andern Teil wohl ein anorganisches Kolloid darstellen. An manchen durch dunkles Gelb ausgezeichneten Stellen des Gesteins ist jedes der verkrüppelten Kalkkriställchen von dem Sediment wie mit einem dünnen gelben Häutchen umgeben, so daß der Kalk bei starker Vergrößerung betrachtet wie ein parenchymatisches Zellgewebe aussieht.

---

[1]) ARNOLD, Dr. F. Die Lichenen des fränkischen Jura. Rgnsbg. 1855. p. 299. Ders., zur Lichenenflora von München, München 1891, p. 131.

[2]) Rabenhorsts Kryptogamen-Flora, II. Aufl., Die Pilze. II. Abtlg., p. 343.

[3]) Bull. Soc. Mycol. 1912, 28, p. 232.

Auf der ebenen Oberfläche dieser Kalkplatten breitet sich *Pharcidia lichenum* in Form brauner Lager von geringer Ausdehnung aus. Der größte braune Fleck maß 16×4 mm, bestand aber nach den Einschnürungen zu schließen aus wenigstens drei Pilzindividuen. Die meisten haben nur 3—4 mm im Durchmesser, sind mehr oder weniger kreisrund und heben sich als dunkle Flecken von weniger zahlreichen weißen und gelben ab. Die weißen rühren von pilzfreien Kalkstellen her, an den gelben ist die Kolloidschicht unter der abgetragenen Kalkschicht zum Vorschein gekommen. Die braunen Lager der *Pharcidia* breiten sich mit Vorliebe auf den Kalkinseln der Oberfläche aus, treten aber auch auf die gelben Flecke der Zwischenschicht hinüber.

In Dünnschliffen rechtwinklig zur Kalkoberfläche fällt gegenüber Kalkflechten auf den ersten Blick der Mangel einer Gonidienschicht auf, die ja bei endolithischen Kalkflechten immer sichtbar ist, auch wenn die Hyphen der Rhizoidenzone aus irgendeinem Grunde nicht erkennbar sind. Wie Fig. 1 zeigt, ist das ganze Gebilde mehr epi- als endolithisch. Es bildet auf dem Kalk bei 56facher Vergrößerung und weit geöffneter Blende betrachtet eine braune, von kleineren und größeren Lücken unterbrochene Kruste, die in der Mitte am dicksten ist, nach den Rändern, d. h. nach den Enden des Querschliffs dünner wird. An einem Lager wurden beispielsweise Krustenteile gemessen von 38×12,4, 38×31,4, 38×34,2, 16×2 bis 3, 12×3 bis 4 μ Längs- bzw. Höhenausdehnung. Auf einem zweiten Dünnschliff von rund 800 μ Länge wechselten 5 pilzbedeckte mit 5 pilzfreien Stellen ab. Jene hatten die Längen; 32, 328, 56, 48, 48 μ, diese: 80, 40, 40, 72, 64 μ. Die Mächtigkeit der größten Pilzausbreitung betrug nur 32 μ, die der kleineren 6 bis 25 μ. Die braune Kruste überragt deutlich das Niveau des Kalkes, ist aber zum Teil in ihn eingesenkt, während sie bei jugendlichen Lagern nur aufgelagert ist, was für ihre Fähigkeit, sich allmählich in den Kalk einzufressen, spricht. Noch klarer geht das aus Fig. 2 hervor, die eine bei 220facher Vergrößerung gesehene ältere Hyphenmasse darstellt. Sie überzieht eine dem trüben Kalk oberflächlich aufsitzende, sehr durchsichtige Kristallgruppe, ist also vorwiegend epilithisch, sendet aber auch einzelne Hyphen in verschiedenen Richtungen, zum Teil geradezu rechtwinklig zur Plattenausbreitung ins Innere des Gesteins, obwohl hier Höhlen und Spalten von Anfang an nicht dagewesen sind.

Endolithisch ist das Lager in dem durch Fig. 3 dargestellten Querschliff, denn es erfüllt eine schachtartige Vertiefung als zusammenhängender, dunkelbrauner Zellkörper. Doch läßt die Nachbarschaft der hyphenähnlich aussehenden, mit einem eisenhaltigen Stoff ausgekleideten Spalten den Verdacht aufkommen, daß hier nur die Hyphenausfüllung einer ursprünglich vorhandenen Höhle vorliegt.

Wie solche Ausfüllungen zustandekommen, lehrt Fig. 4: Auf einem Flächenschliff sieht man bei 250facher Vergrößerung inmitten mehrerer kleiner, dunkelbrauner Zellgruppen, von denen aber nur eine gezeichnet ist, ein schachtartiges Grübchen, dessen Form die Isohypsen I, II und III veranschaulichen. In der ersten und höchsten beträgt der Umfang des Grübchens 68×56 μ, in der zweiten, um 4 μ tiefer gelegenen 56×44 μ, in der um 21,5 μ tieferen dritten 50×44 μ. Die Form der Höhlung ist also die eines steifen, zylinderförmigen Hutes, dessen Krempe zwischen den Isohypsen I und II liegt. Von den dunkelbraunen Zellgruppen auf der Oberfläche des Kalkes verlaufen acht hellbraune, langgliedrige, nicht torulöse Hyphen in gleicher Ebene bis Isohypse I, hierauf mit schwacher Senkung nach Isohypse II, was durch punktierte Linien angedeutet ist. Von hier steigen sie senkrecht bis auf den Boden des Schachtes hinab, auf dem sie sich zu einer Zellplatte ausgebreitet haben, deren Elemente an Form, Größe und zum Teil auch Farbe mit den dunkelbraunen Zellkörpern der Kalkoberfläche übereinstimmen. Unter günstigen Wachstumsbedingungen vermag die Zellplatte allmählich die ganze Höhlung auszufüllen. Diese Bedingungen sind dadurch gegeben, daß sich die atmosphärische Feuchtigkeit in dem Grübchen viel länger hält, als an allen anderen Stellen des epilithischen Lagers.

Bei a sind zwei der eindringenden Hyphen in ihrem Verlaufe auf eine kurze Strecke unterbrochen, vermutlich infolge von Verletzungen, entstanden bei den Operationen des Schleifens oder Einbettens. Der Gedanke, daß sie hier unterirdisch verlaufen, ist zu verwerfen, denn wenn das der Fall wäre, müßten die betreffenden Hyphenstücke durch die dünne Kalkdecke hindurchschimmern und bei Senkung des Tubus, wenn auch mit verschwommenen Umrissen, sichtbar werden, wie in Fig. 7 die punktierten Hyphenteile.

Betrachtet man einen Flächenschliff bei schwacher Vergrößerung von oben (Fig. 5), so fällt zunächst wieder die Lückenhaftigkeit des Pilzlagers auf. Es besteht aus unregelmäßig gestalteten, dunkelbraunen, undurchsichtigen Zellkomplexen, die nur hier und da an ihrem Rande, wenn er durchscheinend genug ist, Zellstruktur erkennen lassen. Zwischen ihnen sieht man den Kalk mit weißer Farbe durchschimmern, entweder in der Tiefe oder in Form über das Lager vorspringender Kalkkristalle — und das auch dort, wo es dem bloßem Auge als gleichförmig schwarzer Fleck erscheint. Dadurch unterscheidet sich die *Pharcidia* wesentlich von den Kalkflechten; denn sie überziehen den Kalk als gleichmäßige, zusammenhängende, Unebenheiten ausgleichende, die Oberfläche glättende Schicht. Vom Rande der braunen Zellkomplexe gehen zweierlei Hyphen aus, starre, gerade oder schwach gebogene und geschmeidige, mit geknietem, wellenförmigem, manchmal sogar zickzackartigem Verlauf. Diese kriechen immer auf der Oberfläche des Kalkes entlang, dringen in seine natürlichen Vertiefungen ein und bahnen sich zuweilen sogar nach Auflösung desselben einen Weg in sein Inneres. Bei Senkung der Tubus läßt sich der Verlauf dieser endolithischen Hyphen in der Regel verfolgen, nur daß ihre Umrisse wegen der darüber lagernden Kalkschicht verschwommen erscheinen. Die zarten Hyphen (d in Fig. 6) sind hellbraun oder gelblich, dünnwandig, schwach torulös, reich verzweigt, gehen auch Anastomosen ein (Fig. 10c) und werden nach der Peripherie des Lagers immer heller, zuletzt farblos. Hier haben sie bei 3 bis 4 μ Länge nur 1 μ Dicke während die älteren 8×4 μ messen und wandständiges Protoplasma besitzen. Sie stellen einerseits die Verbindung zwischen den vielen Zellkomplexen, aus denen das Lager zusammengesetzt ist, her, bilden anderseits um dessen Rand herum ein dem Protothallus der Flechten vergleichbares Vorlager.

Jede Zelle der zarten Hyphen hat die Fähigkeit, zu einer dickwandigen Kugel von 6 und mehr μ Durchmesser anzuschwellen, womit zunehmende Bräunung Hand in Hand geht. Dieser Vorgang erfolgt in der Regel an höheren Punkten, also da, wo die Hyphe bei ihrem Hinkriechen eine Erhöhung der unebenen Kalkoberfläche erreicht hat, wie bei a, c, e in Fig. 7. Zelle a liegt um 11 μ höher als das Ende der zarten Hyphe links von ihr, um 15,4 μ höher als Zelle b, die wieder von c um 8,5 μ überragt wird. Einen Höhepunkt hatte die ursprünglich dem Zellkomplex A entspringende Hyphe bei e erreicht, nämlich 14 μ über b. — Wenn der Anschwellungs- und Bräunungsprozeß von der höchstgelegenen auf die benachbarten Zellen allmählich übergreift, entsteht eine torulöse Hyphe (zwischen a und b), wenn sich eine solche verzweigt: eine einschichtige Zellfläche (bei e), wenn diese in die Dicke wächst, ein mehrschichtiger, dunkelbrauner, undurchsichtiger Zellkomplex (A). Wie die Zellgruppe zwischen A und f zeigt, die 11 μ unter e liegt, können auch tiefer gelegene Zellen der zarten Hyphen im Alter anschwellen, ihre Wände erreichen dann aber weder die Dicke noch die Bräunung der höher gelegenen.

So wächst das Pilzlager an seinem Umfang, indem die zarten Hyphen des Vorlagers neue Zellkörper bilden, die, indem sie selbst sich allseitig ausbreiten, dem Zentrallager näher rücken, um zuletzt, wenigstens für das unbewaffnete Auge, zu einen gleichmäßigen braunen Fleck auf der Unterlage zu werden.

Auffallend ist, daß auf Flächenschliffen auch braune Zellkörper gefunden werden, die weder untereinander, noch mit einem größeren Pilzlager in Verbindung stehen (Fig. 5). Noch mehr fällt das in die Augen, wenn man eine Stelle, die überhaupt arm an braunen Hyphen ist, mit starker Vergrößerung betrachtet (Fig. 6). Da treten noch dunkelbraune Einzelkugeln (6a), Doppelzellen (6b) und torulöse Hyphen (c) auf, die auch bei weit geöffneter Blende keinerlei Verbindungshyphen aufweisen. Um sicher zu gehen, habe ich kleine Flächenschliffe mit Hilfe des ABBEschen Zeichenapparates abgezeichnet, sie darauf auf dem Objektträger entkalkt, aber dafür Sorge getragen, daß die Pilzbestandteile hierbei ihre gegenseitige Lage beibehielten. Das ist leicht zu erreichen, wenn man an der Unterseite des Flächenschliffs eine Spur Canadabalsam beläßt, weil er die Pilzbestandteile an Ort und Stelle festhält. So hat sich unzweifelhaft feststellen lassen, daß die genannten Zellen und Zellvereinigungen dem Kalk in völliger Isolierung aufgelegen haben.

Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine ungeschlechtliche Vermehrungsart des Pilzes, wie die in Fig. 8 dargestellten, auf Flächenschliffen leicht auffindbaren Übergänge von der einfachen Kugelzelle zur torulösen Hyphe, aus der letzten Endes ein

Zellkörper werden kann, zeigen. Die Kugelzellen müßten dann als Konidien bezeichnet werden, Konidienträger sind die starren Hyphen. Sie entspringen am Rande von dunklen Zellkomplexen, schmiegen sich nicht der Kalkoberfläche an, sondern überbrücken ausläuferartig die Vertiefungen oder streben sogar luftwärts empor und werden nicht selten in zerbrochenem Zustande gefunden. Ihre Zellen sind dickwandig, zylindrisch, durchschnittlich 4 μ dick und 12 μ lang (e in Fig. 6), können aber kurz vor dem Fadenende oder näher der Basis, dann als seitliche Sprossungen, zu den in Fig. 8 dargestellten Einzelkugeln anschwellen (Fig. 9). Nachdem sich diese losgelöst haben, können sie durch fließendes Wasser oder Wind an eine nackte Kalkfläche gelangen und die oben geschilderte Entwickelung durchmachen. Ob das sich wirklich so verhält, müßte natürlich erst durch Kulturen mit frischem Material bewiesen werden.

Wenn man einen dünnen Flächenschliff von der Unterseite betrachtet, sehen die meisten Teile des Pilzlagers unklar und verschwommen aus, einzelne jedoch zeigen ebenso scharfe Umrisse und Einzelheiten wie die meisten Pilzbestandteile bei Betrachtung desselben Schliffs von der Oberseite her. Daraus folgt, daß sie bis zur Unterseite des Dünnschliffes eingedrungen sind; unter ihnen sind häufig Hyphen, die ihren Höhlenwänden genau so eng anliegen, wie die Hyphen der Rhizoidenzone von Kalkflechten. Deshalb wird man annehmen dürfen, daß sie sich ihren Kanal durch Auflösung des Kalks selbst gebildet haben.

Schleift man einen Querschliff keilförmig zu, derart, daß die pilztragende Seite knapp weggenommen wird, löst dann den Dünnschliff in Salzsäure auf, so findet man in der Regel einen Rückstand von Pilzbestandteilen, auch wenn die mikroskopische Untersuchung des Schliffes vor der Entkalkung nichts davon sehen ließ. Sie bestehen zum Teil aus ziemlich großen Zellkomplexen, die aber natürliche Höhlungen ausgefüllt haben könnten, andernteils aus zarten Hyphen (Fig. 2a b, 3b), die wohl selbsttätig in den Kalk eingedrungen sind.

Für die Fähigkeit der *Pharcidia*hyphen, Kalk zu lösen, spricht endlich noch der Umstand, daß jüngere Pilzbestandteile der glatten Oberfläche des Kalkes einfach anhaften, ältere bei Untersuchung eines Flächenschliffes von oben und unter Anwendung einer starken Vergrößerung immer eine Art Wallgraben um sich herum erkennen lassen, als wären sie ein wenig in die Unterlage eingesunken.

Vergleicht man mit dem bisher Gesagtem noch die Beschaffenheit von Mikrotomschnitten (5 μ Dicke), so kommt man zu demselben Ergebnis: *Pharcidia lichenum* lebt als selbständiger Organismus auf Solnhofener Plattenkalk, ist imstande, ihn aufzulösen und in ihn einzudringen, aber nur bis in ganz geringe Tiefe.

Das jugendliche Lager, von dem Fig. 11 ein Stück darstellt, beträgt nur eine Mächtigkeit von 56 μ an zwei Stellen von 72 μ, d. h. $^1/_{17}$ bis $^1/_{14}$ mm. Von der gesamten Mächtigkeit ragt der dunklere Teil über den Kalk hinaus. Der helle ist in ihn versenkt, von dem Perithezium nur die untere, kegelförmig zulaufende Spitze. Von dieser aus sind noch keine Hyphen in den Kalk hineingewachsen, aber in ihrer Umgebung befinden sich paraplektenchymatische Gewebemassen, von denen nur eine gezeichnet ist. Durch Lücken von ihm getrennt finden sich weiterhin noch andere Hyphenkomplexe, alle von paraplektenchymatischem Bau und mehr oder weniger tangential gestreckt. Nur an zwei Stellen dringt blaßwandiges, kleinzelliges Hyphengewebe bis 72 μ Tiefe in den Kalk ein.

Wie die das Lager zusammensetzenden Hyphenkomplexe wachsen, zeigt Fig. 12, eine Zellgruppe von 40×73 μ Ausmessung. Von den ca. 80 Zellen, die ihr Querschnitt aufweist sind mindestens 10 Prozent im Zustand der Teilung begriffen, wie die zarten Querscheidewände erkennen lassen. Da diese verschiedene Richtungen haben, muß ihrem Auftreten ein Wachstum nach ebensoviel Richtungen vorausgegangen sein. Da die meisten (bei a in Fig. 12) parallel zur Gesteinsoberfläche gehen und in einer ziemlich tiefen Region liegen, muß das Wachstum vorwiegend nach innen und nahe der Kalkoberfläche stattfinden. In der äußeren, dunkelbraunen Partie haben die Teilungen aufgehört, sie wächst nicht mehr, sie ist alt und am Ende ihrer Entwicklung angekommen.

Ausgewachsene und kräftige Lager sind zwar nicht lückenlos, besonders in der Peripherie, aber in der Mitte zu einem mächtigen, lückenarmen Paraplektenchym, von dem Fig. 13 eine ungefähre Vorstellung geben soll, geworden. In genauer Ausführung stellt sie allerdings nur einen 124 μ mächtigen Abschnitt aus dem Zentrum des Lagers dar, der als Sockel eines Peritheziums dient. An ihn schließt sich, was nur durch Umrißzeichnung angedeutet ist beiderseits (im Querschnitt) ein an Mächtigkeit nach der Peripherie allmählich abnehmendes eng paraplektenchymatisches Gewebe an. Rechnet man in diesem Lagerabschnitt 40 μ Höhe auf das den Kalk überragende Perithezium, so würden 84 μ auf den im Kalk liegenden Sockel kommen. Nimmt man aber an, daß sich derselbe durch interkalare Teilungen etwas über den Kalk erhoben hat, so kann man doch 40—60 μ als Höhe des in den Kalk eingedrungenen Sockelteils rechnen; das ist der nach unten in rhizoidenähnliche Fortsätze auslaufende Abschnitt.

Der Sockel ist 80 μ breit, dann durch einen 4 bis 8 μ breiten Spalt von dem nächsten paraplektenchymatischen Gewebekomplex getrennt. Dessen Mächtigkeit beträgt 84 μ, sinkt dann peripheriewärts plötzlich auf 60 μ, weiterhin auf 40 und besteht schließlich nur noch aus unzusammenhängenden braunen Gewebemassen, wie sie Fig. 11 zeigt. Das zusammenhängende Paraplektenchymzentrum reicht vom linken Rande des Fruchtkörpers 318 μ weit nach links. Dann erst fängt der lückenreiche Lagerteil an, der für jugendliche Pflanzen charakteristisch ist.

Nur bei Anwendung homogener Immersion und stärkerer Vergrößerungen (Zeiß Apochrom. 2 mm num. Apert. 1,3, Komp. Okul. 4 und 6) erkennt man, daß die Zellwand des Paraplektenchyms nicht allein aus der braunen, in der Zeichnung dargestellten Mittellamelle besteht, sondern daß außer ihr noch eine dickere farblose Innenschicht vorhanden ist. Beide zusammen übertreffen an Dicke den Durchmesser des Lumens bedeutend. Denn sein protoplasmatischer Inhalt erscheint nach Färbung mit Eisenalaun und Hämatoxylin nur als ganz feines blaues Pünktchen.

Einigen Zellnestern unterhalb des Subhymeniums fehlt der braune Farbstoff in der Mittellamelle, sonst gleichen sie den anderen Zellen des Sockels völlig. Die des Subhymeniums und Hymeniums dagegen haben ein großes, reichlich mit Protoplasma erfülltes Lumen. Ihre dünnen Wände sind auch zweischichtig, allein die Mittellamelle hebt sich von der Innenschicht nur durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen ab.

An einigen anderen Mikrotomschnitten derselben Serie, der Fig. 13 entstammt, waren die kalklösenden Rhizoidalhyphen wesentlich besser ausgebildet, aber doch von verschwindender Kleinheit und Dürftigkeit verglichen mit denen endolithischer Kalkflechten, etwa einer *Verrucaria calciseda* oder gar einer *V. marmorea*, von der FÜNFSTÜCK[1]) in 19 mm Tiefe noch nicht die äußerste Grenze des Eindringens in den Kalk feststellen konnte.

Die *Pharcidia*zellen sondern demnach die kalklösende Säure nur in minimaler Menge ab, im Gegensatz zu den Algen, von denen sie so reichlich erzeugt wird, daß die von ihnen gebildeten

---

[1]) ENGLER, A. und PRANTL, K., Die natürlichen Pflanzenfamilien I. Teil, Abtl. 1. Lichenes, p. 20.

Höhlen, wie ich[1]) früher nachgewiesen habe, den Algenkörper selbst an Volumen um das mehrfache übertreffen. Diese, die Algen, dringen tief in den Kalk ein, jene korrodieren ihn nur oberflächlich, diese sind Meister in der Kunst des Kalkauflösens, jene nur Stümper.

Dem widersprechen auch nicht die Erfahrungen, die LIND[2]) mit Schimmelpilzkulturen auf Kalkplättchen in der feuchten Kammer gemacht hat. Seine Pilzhyphen haben zwar enge Kanäle durch eine Kalkplatte hindurchgefressen, aber diese war mit einer Nährlösung schwach durchtränkt und nicht über $^1/_{15}$ mm dick.

Der Widerspruch jedoch, daß reine Pilzhyphen eine so schwach lösende Kraft haben, die Hyphen der Flechtenpilze eine viel stärkere, läßt sich lösen, wenn man annimmt, daß die Flechtenhyphen das kalklösende Stoffwechselprodukt von ihren Gonidien, die ja Meister in der Kunst des Kalklösens sind, geliefert erhalten.

Nach der SCHROETERschen[3]) Einteilung der Litophyten gehört *Pharcidia lichenum* zu den Felshaftern. Weil sie nicht ganz in den Kalk versenkt ist, muß sie zu den kalklösenden Felsanwohnern gezählt werden.

Ein dunkler Punkt ist ihre Ernährungsweise. Gewöhnlich lebt sie als Schmarotzer auf verschiedenen Flechten. Tatsächlich habe ich an hellen Kalkstellen kleine, von *Pharcidia*hyphen befallene Flechtenanfänge gefunden, aber die dunklen Flecke bestehen aus reichlich fruchtenden *Pharcidia*lagern, die auf dem Kalk ein von anderen Organismen unabhängiges Leben führen.

Daß ein und derselbe Organismus seine Lebensweise wechseln kann, hat TOBLER[4]) nachgewiesen: bei der Untersuchung von Flechtenparasiten gelangte er zu der Überzeugung, daß es für sie keine scharfe Grenze zwischen Parasit, Parasymbiont und Saprophyt gibt. Auch für *Arthrorhaphis flavovirescens* sind nach TOBLER[5]) verschiedene Lebensmöglichkeiten wahrscheinlich. Bei *Pharcidia* liegt der Fall aber schwieriger, weil sich hier heterotrophe Ernährungsweise als Parasit auf Flechten und autotrophe auf rein anorganischer Unterlage gegenüber stehen.

---

[1]) BACHMANN, E., Kalklösende Algen. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 33 p. 45 ff. 1915.

[2]) LIND, K., Über das Eindringen von Pilzen in Kalkgesteine und Knochen. PRINGSHEIMS Jahrb. 32. 603—634.

[3]) SCHROETER, C., Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1908 p. 515.

[4]) TOBLER, F., Zur Biologie von Flechten und Flechtenpilzen. I, II. PRINGSHEIMS Jahrb. 49, 389 ff. 1911.

[5]) TOBLER, F., Ebenda und: Kritische Bemerkungen über *Raphiospora Arthrorhaphis, Mycobasidia.* HEDWIGIA, Bd. 47, p. 140—144

Nun hat HARDER[1]) in einer bemerkenswerten Abhandlung gezeigt, daß der Pilz *Hyalopus heterosporus* seine Entwickelung in einer chemisch reinen Normallösung von Ammoniumchlorid durchmacht, das heißt in einer Flüssigkeit, die sehr arm an mineralischen Stoffen ist und in der eine Kohlenstoffquelle theoretisch überhaupt fehlt. Außerdem gelang es ihm, Sporen der neuen *Hyalopus*art in aqua destillata nicht nur zur Keimung zu bringen, sondern die Kultur des Pilzes bis zur Konidienbildung durchzuführen. Demnach gibt es, wie es LIESKE[2]) in seinem Referat über genannte Arbeit ausdrückt, Organismen, die mit den minimalsten Mengen von Nährstoffen gedeihen können.

Wendet man diesen Satz auf *Pharcidia lichenum* an, so kann man unbedingt behaupten, daß sie auf dem Solnhofener Plattenkalk alles findet, was sie zu ihrem Lebensunterhalt braucht. Als ihre Hauptnahrungsquelle ist das gelbliche Sediment anzusehen, das sicher aus allerlei Stoffen zusammengesetzt ist, die reinem Kalke fehlen. Es ist zwischen den Kalkkristallen in feinster Verteilung enthalten und bietet dadurch eine große Angriffsfläche dar. Die zartesten Hyphen treten mit ihm in innigste Verbindung. Denn in entkalkten und aufgehellten Pilzlagern sieht man sie häufig wie mit einem Bart von Kolloidkörnchen besetzt, die außerordentlich fest gehalten werden, wie daraus hervorgeht, daß sie nicht völlig von den Hyphen losgerissen werden, selbst wenn man das Präparat unter dem Deckglas färbt, aufhellt und mehrmals mit Wasser ausspült. Es erinnert dies durchaus an die Art der Verwachsung zwischen den Wurzelhaaren höherer Pflanzen und Bodenpartikelchen. Nur haben die Hyphen wahrscheinlich noch den Vorzug, durch Enzyme, an denen ja Pilze so reich sind, die Bodenteilchen aufschließen zu können. — Woher die Pflanze ihren Kohlenstoffbedarf deckt, ob von einem humusartigen Bestandteil des Sediments oder von Rückständen ehemaliger Algenanflüge, wie sie sich auf Kalkoberflächen leicht ansiedeln, muß dahingestellt bleiben. Reich kann die Versorgung damit nicht sein, wie die Kleinheit und Dürftigkeit der Lager erkennen läßt. Keinesfalls erfolgt sie von lebenden Algen oder Flechten aus, und deshalb muß die *Pharcidia lichenum* befähigt sein, auf dem Solenhofener Dachplattenkalk als Saprophyt zu leben.

---

[1] **HARDER**, R., Morphologie und Physiologie von *Hyalopns heterosporus* nov. sp., im Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. II. Abt., Bd. 42, p. 28 ff., Jena 1914.

[2] Zeitschrift für Botanik, Bd. VII, p. 182. Jena 1915.

Zusammenfassung.

1. *Pharcidia lichenum* (Arn.) lebt meistens als Schmarotzer auf verschiedenen Flechtenarten, auf Solnhofener Dachplattenkalk aber als Saprophyt in kleinen, reichlich fruchtenden Lagern.

2. Sie gehört zu den Felshaftern oder kalklösenden Felsanwohnern.

3. Die kalklösenden Eigenschaften der *Pharcidia* sind sehr gering, ihre Hyphen sondern demnach die kalklösende Säure nur in minimaler Menge ab.

4. Die Hyphen flechtenbildender Pilze beziehen die den Kalk lösende Säure hauptsächlich von ihren Gonidien.

Erklärung der Tafel XVI.

1. Querschliff mit *Pharcidia*lager, $^{56}/_{1}$.
2. Querschliff mit einem kleinen Teil eines *Pharcidia*lagers über durchsichtigen Kalkkristallen, $^{220}/_{1}$.
3. Querschliff mit einer hyphenerfüllten Höhlung und mehreren leeren Adern, $^{220}/_{1}$.
4. Flächenschliff von der Oberseite, mit einem Grübchen, das von Hyphen besiedelt wird. I, II, III: Isohypsen (s. Text), $^{250}/_{1}$.
5. Flächenschliff von der Oberseite. $^{56}/_{1}$.
6. Flächenschliff von der Oberseite; a: isolierte Kugelzellen, b: Doppelzellen, c: isolierte torulöse Hyphen, d: zarte Hyphen, e: starre Hyphe, $^{250}/_{1}$.
7. Flächenschliff von oben gesehen; von Kalk bedeckte Pilzbestandteile punktiert gezeichnet, $^{250}/_{1}$.
8. Uebergang einer Kugelzelle (a) in die torulöse Hyphe e, $^{250}/_{1}$.
9. Starre Hyphen mit Kugelzellen, $^{250}/_{1}$.
10. Endolithische Hyphen vom dünnen Rande keilförmig zugeschliffener Querschliffe, $^{250}/_{1}$.
11. Mikrotomschnitt quer durch ein jugendliches Lager mit Perithezium, $^{250}/_{1}$.
12. Mikrotomschnitt durch einen Zellkomplex aus einem jugendlichen Lager.
13. Mikrotomschnitt quer durch ein älteres Lager; nur der ein Perithezium tragende Zellkomplex ist genau, der anschließende bloß in Umrissen gezeichnet, $^{250}/_{1}$.

55. Emanuel Senft: Beitrag zur Anatomie und zum Chemismus der Flechte Chrysothrix Nolitangere Mont.

(Mit Tafel XVII.)

(Eingegangen am 15. Oktober 1916.)

Literatur: A. B. MASSALONGO, *Sulla Chrysothrix nolitangere* Mont. (Atti dell Istit. Veneto Sc., Lett. ed. Arti, ser. III. vol. V., 1859—60, p. 499—504, Tab. III).

A. ZAHLBRUCKNER. Flechten Abt. 2 in Engler-Prantl. Natürliche Pflanzenfamilien p. 117.

Chrysothrix nolitangere Mont. ist der einzige Repräsentant der Flechtenfamilie der Chrysothricaceae.

Eine neue Untersuchung dieser interessanten Flechte erschien mir schon deshalb geboten, da über den gelben Inhaltskörper derselben nichts bekannt war. Zur Untersuchung stand mir ein in dem Herbar. der botanischen Abteilung des k. k. Hofmuseums vorhandenes Exemplar zur Verfügung, welches bei der Novara-Expedition von JELLINEK auf *Cereus*stacheln in Chile gesammelt wurde.

Herr Kustos Dr. A. ZAHLBRUCKNER, Leiter der botanischen Abteilung des Hofmuseums hatte die Güte, mir für meine Untersuchungen ein Pröbchen dieser Pflanze zu überlassen, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen besten Dank erstatte.

A. ZAHLBRUCKNER faßt die Familiencharaktere der Chrysothricaceae folgendermaßen zusammen: Lager schwammartig byssinisch, homöomerisch, gebildet aus verzweigten locker verwebten Hyphen, zwischen welchen *Palmella*-Gonidien lagern. Apothezien scheibenförmig, vom Lager berandet.

Das Lager: (Tafel, Abb. 1 u. 2.) bildet goldgelbe, etwa kugelige oder unregelmäßig gestaltete, mitunter gelappte schwammartig-pulverige, der Unterlage (Stacheln) ziemlich anhaftende Klümpchen. In den etwa kurz kegelförmigen, am Ende abgestutzten Auftreibungen des Lagers (Abb. 2) sitzen der Spitze eingesenkte Apothezien, deren wachsgelber Discus vorerst nur als eine punktförmige Oeffnung sichtbar ist und vom Lager stark überwölbt erscheint. (Abb. 3.) Erst bei späterem Wachstum erweitert sich die Scheibe, indem der Rand der Auftreibung zugleich zurückgedrängt wird. (Abb. 4.) Die Scheibe ist mitunter weißlich gereift.

I.

Anatomische Untersuchung der Flechte.

A. **Das Lager:** Die Untersuchung der Flechte wurde zuerst im Wasser ohne jedweden Zusatz von Reagentien durchgeführt. Zu diesem Zwecke wurde etwas des pulverig schwammigen Lagers in ein Tröpfchen Wasser gebracht, wobei wahrgenommen werden konnte, daß sich das Hyphengeflecht sehr schwer mit Wasser benetzen läßt. Durch Zerdrücken des Präparates mit dem Deckgläschen erhält man ein dichtes Gewirr von Hyphen, in welchem man sich gar nicht orientieren kann. Da es von vornherein wichtig erschien, zuerst die Einwirkung von Chemikalien zu vermeiden, so versuchte ich es, das Geflecht mechanisch zu lockern.

Das Zerzupfen mit Nadeln lieferte keineswegs ein für die mikroskopische Untersuchung geeignetes Objekt; dagegen konnten vorzügliche Präparate auf die Art gewonnen werden, daß das auf dem Wasserpräparate liegende Deckgläschen zuerst stark angedrückt und daraufhin von der Seite einigemale hin und her verschoben wurde. Auf diese Art wurde das dichte Geflecht vollkommen gelockert.

In einem solchen Präparate (Abb. 7.) sieht man, daß das Lager der *Chrysothrix* aus wiederholt gabelig verzweigten und anastomosierenden, leicht verflochtenen, dickwandigen und ziemlich derben Hyphen besteht. An manchen Stellen kann deutlich wahrgenommen werden, daß die einzelnen Glieder der dichotom verzweigten Hyphen bei jeder folgenden Verzweigung an Dicke abnehmen. (Abb. 6). Dieses Vorkommnis bildet jedoch keine Regel.

Während bei einzelnen Hyphen die Glieder gerade sind, so erscheinen sie wieder bei anderen mehr oder weniger gebogen.

Die dicksten Hyphen sind etwa 4,5 μ, die dünnsten kaum 1 μ breit.

Mit der Dicke der Hyphen wechselt auch die Breite des Lumens (Abb 6). Dasselbe ist bei den dicksten Hyphen bis 1 μ breit, stellenweise deutlich unterbrochen; in den dünneren Hyphen dagegen ist das Lumen nur mehr als eine zarte zusammenhängende Linie sichtbar. Die dünnsten Hyphen besitzen kein sichtbares Lumen.

Die meisten Hyphen sind mit winzigen, gelb gefärbten Körnchen und Kügelchen dicht bedeckt (Abb. 6). Mitunter findet man auch größere orangegefärbte Schollen vor. Außer diesen sieht man noch im Präparate kleine, stark lichtbrechende, scharfkantige, farblose Körnchen, von welchen sich bei starker Vergrößerung manche als unvollkommen ausgebildete Oktaeder entpuppen (Abb. 15). Es sind Kalkoxalatkristalle.

Die Algenkomponente dieser Flechte besteht aus ziemlich großen (4—12 μ), kugeligen, dünnwandigen Gonidien mit stark kontrahiertem Inhalt (Abb. 8). Über die Farbe und somit auch über die Zugehörigkeit dieser Zellen zu einem bestimmten Typus kann man sich ohne weiteres kein klares Bild verschaffen. Während die meisten Gonidien eine farblose Membran besitzen, findet man im Präparate auch solche, welche deutlich gelb bis orangegelb gefärbt sind. Dies gilt besonders von den großen Algenzellen. Dieselbe Färbung konnte auch bei einigen dicken Hyphen beobachtet werden. Während die dünnen Hyphen, wie oben gesagt, bloß mit kleinen gelben Körnchen umgeben sind, erscheinen manche der älteren Hyphen diffus orangegelb gefärbt.

Die Farbe des Gonidieninhaltes ist sehr verblaßt und es ist schwer, die richtige zu bezeichnen. Manche Algenzellen besitzen eine schmutziggrüne Farbe, andere sind gelblichgrün, andere wieder gelblich bis gelb, manche sogar fast vollkommen farblos. Man findet sie vereinzelt oder in den Maschen des Hyphengeflechtes zu Gruppen und Nestern zusammengehäuft (Abb. 7).

Durch Zusatz von etwas 1 proz. Kalilauge zu dem Präparate wird das Bild wesentlich aufgehellt, wobei jedoch gleichzeitig auch ganz eingreifende Veränderungen vor sich gehen. Die Hyphen quellen dabei zwar nur undeutlich auf, sie werden aber durchsichtiger, bekommen ein mehr glänzendes Aussehen und zeigen stellenweise eine deutliche Gliederung. Die farblosen Kriställchen und Körnchen bleiben intakt; die gelben Körnchen und Schollen lösen sich schnell auf, verfärben sich aber dabei nicht, wie z. B. die gelbgefärbten Flechtenkörper, welche der Anthrachinongruppe angehören, sondern sie gehen vielmehr in eine farblose Lösung über.

Der Gonidien-Inhalt quillt rasch auf und erfüllt dann die Membran als eine homogene, selten schwach gekörnte Masse (Abb. 9). Die größeren Gonidien nehmen dabei eine grünliche oder mitunter blaugrünliche Färbung an, die kleineren erscheinen fast vollkommen farblos.

Besonders schön kann man nun in einem solchen Präparate die Verbindung der Hyphen mit den Algenzellen verfolgen (Abb. 10—11).

Sie kommt hier in den meisten Fällen derart zustande, daß die dünnsten Hyphenäste (Haustorien) und zwar, soweit ich beobachten konnte, meist nur einer durch die Gonidienmembran tief in das Plasma eindringen.

Hie und da schwellen die Haustorien vor der Eintrittsstelle in die Gonidie merklich auf. (Abb. 11.)

Durch die am Ende ziemlich reich verzweigten Hyphen erscheinen die zu Gruppen geordneten Gonidien mitunter verflochten.

Bei der Behandlung mit Chlorzinkjod geben die Hyphen die Reaktion der Pilzzellulose und färben sich dabei lichtgelb, gelb oder intensiv gelb bis orange. Bei dieser Reaktion tritt das Lumen besonders stark hervor.

Der Gonidieninhalt wird dabei schmutzig gelbbraun bis rotbraun, die Zellwände der Gonidien schön violett gefärbt.

Mit verdünnter Schwefelsäure und Jod behandelt, färben sich die Hyphen gelb. (Pilzzellulose.)

Bemerkenswert erscheint jedoch der Umstand, daß schon nach ganz kurzer Einwirkung sehr verdünnter Kalilauge (1 pCt.) und nachherigem Zusatz von Chlorzinkjodlösung die Hyphen deutlich blau gefärbt werden, also die Reaktion auf reine Zellulose geben.

B. **Apothezien**: (Abb. 5) Das eigene Gehäuse ist seitlich sehr schwach entwickelt, zumeist vollkommen fehlend. Das Thezium (Hymenium) ist ungefähr 35 μ hoch, farblos, mit einem gelben körnigen Epithezium. Das Hypothezium ist schmäler als das Thezium und besteht aus außerordentlich dünnen und sehr dicht verflochtenen, ebenfalls farblosen Hyphen. Das Thezium erscheint eingesenkt in das aus derben Hyphen gebildete Lager.

Die Schläuche (Abb. 12) sind sehr zahlreich, keulenförmig, dünnwandig, mit einer an der Spitze ziemlich stark verdickten Membran, 8—10 μ breit, 28—30 μ lang, meist 8- (selten 6-!) sporig. Die Sporen (Abb. 13) sind gut entwickelt, farblos, spindelförmig, parallel 4- (selten 2-) teilig, 2—3 μ breit, 8—10 μ lang, manchmal mit einer größeren oberen Hälfte.

Die Paraphysen (Abb. 14) welche erst nach Zusatz von KOH sichtbar werden, sind sehr dünn, hin und hergeschlängelt und wiederholt verzweigt. Sie lösen sich in den genannten Reagenzien sehr rasch auf.

Mit Jodlösung färben sich nur die Hyphen und Sporen gelb, die Schlauchmembran bleibt dagegen farblos oder verfärbt sich höchstens bei alten Schläuchen an der Spitze leicht weinrot.

II.

Chemische Untersuchung der Inhaltsstoffe.

Es erschien natürlich, daß die kleinen auf den Hyphen der Flechte aufgelagerten Körnchen und Schollen irgendeiner Flechtensäure angehören. Nach der intensiv goldgelben Färbung des Thallus habe ich, ohne die Flechte früher untersucht zu haben, sofort auf das Calycin geschlossen. Nun handelte es sich darum, ob es möglich sein wird, in dem mir zur Verfügung stehenden Partikelchen diesen Körper einwandfrei nachzuweisen.

Das von HESSE (Lit. 1.) 1880 entdeckte Calycin ist Säureanhydrid der Zusammensetzung $C_{18}H_{12}O_5$.

Wie die Forschungen von HESSE selbst und von ZOPF gelehrt haben, ist dieser Körper isomer mit der Pulvinsäure und steht auch gewiß mit dieser in Beziehung.

Dasselbe wurde nicht nur von HESSE (Lit. 1, 2, 3, 4.) sondern auch von ZOPF (Lit. 5, 6, 7, 8, 9.) in einer Reihe von Flechten nachgewiesen.

HESSE gewann das Calycin durch Kochen der betreffenden Flechten mit Ligroin, wodurch eine goldgelbe Lösung erhalten wurde, aus der sich beim Erkalten kleine Prismen von Calycin ausgeschieden haben.

Durch Umkristallisieren aus Ligroin scheidet sich das Calycin in Prismen ab, welche in dünnen Schichten goldgelb, in dicken Schichten etwa von der Farbe des Kaliumdichromats sind. Außer in Ligroin ist dieser Körper in Petroläther, Aether, Alkohol, Eisessig und Essigsäureanhydrid etwas löslich, besser löst es sich aber in Chloroform. In allen genannten Lösungsmitteln löst es sich in der Hitze bedeutend leichter auf. Namentlich in heißem Eisessig löst sich die Substanz recht gut und scheidet sich beim Erkalten in prächtigen, sternförmig gruppierten Nadeln ab.

Die letztere Eigenschaft des Calycins wurde von BACHMANN (Lit. 10.) für den mikrochemischen Nachweis vorgeschlagen. Ich habe es daher versucht, aus dem kleinen Pröbchen, welches mir zu Gebote stand, durch Ausziehen mit Eisessig den Farbstoff zu erhalten, um denselben später für weitere Reaktionen benützen zu können.

Zu diesem Zwecke wurde ein winziges Stückchen des Hyphengeflechtes möglichst fein zerkleinert, mit Eisessig betupft, mit einem Deckgläschen bedeckt, zum Kochen erhitzt, die Flüssigkeit zu einem Tropfen zusammenfließen gelassen und nachher verdunstet.

Unter dem Mikroskope konnte man außerordentlich zarte, lange, nadelförmige, stark doppelbrechende Kristalle beobachten, welche bei enger Blende fast farblos, bei offener Blende (bei Benützung des Kondensors) intensiv gelb gefärbt waren.

Es ist allgemein bekannt, daß manche gefärbte Kristalle, wenn sie zu klein sind, unter dem Mikroskope fast farblos erscheinen können (salzsaures Haematin u. a.), und es ist in solchen Fällen wünschenswert, größere Kristalle darzustellen, um Zweifel über die Färbung zu beseitigen.

Um dies zu erreichen, bin ich folgendermaßen vorgegangen:

Ein kleines Pröbchen des zerzupften Thallus wurde mit Eisessig betupft, darauf das Präparat mit dem Deckgläschen zugedeckt und an einer Seite mit einem dünnen Papierstreifen unterlegt. Nun wurde von der Seite soviel Eisessig zufließen gelassen, bis der Raum zwischen beiden Gläschen vollkommen ausgefüllt war. Daraufhin wurde das Präparat bis zum Sieden erwärmt und die Essigsäure zum Verdunsten gebracht.

Nachdem der Eisessig verflüchtigt war, bildete sich am Rande des Deckgläschens ein schon dem freien Auge sichtbarer Streifen, welcher unter dem Mikroskope aus ziemlich gut ausgebildeten, nadel- und plättchenförmigen, orangerot gefärbten Kriställchen bestand, welche in ihrer Form lebhaft an Berberinchlorid erinnerten. (Abb. 16.)

Wenn auch die in der angeführten Weise ausgeführte Untersuchung das Vorhandensein von Calycin sehr wahrscheinlich machte, so mußten noch alle anderen Mittel, soweit sie mikrochemisch verwendbar schienen, zur Identifizierung des Körpers herangezogen werden.

Wie im ersten Teile dieser Untersuchung mitgeteilt wurde, werden nach Zugabe von 1 pCt. Kalilauge die gelben Körnchen und Schollen, welche auf den Hyphen der *Chrysotrix* aufgelagert sind, zwar schnell aufgelöst, es wird aber dabei zum Unterschiede von anderen gelben Flechtensäuren keine andere Färbung hervorgerufen.

Diese Reaktion paßte daher auf das Calycin nur insofern, als die Probe durch Kalilauge keine Farbenveränderung erfahren hat. Nach BACHMANN l. c. soll aber das Calycin in Kalilauge unlöslich sein.

Nun hat HESSE gezeigt, daß sich das Calycin beim Erwärmen mit Kalium- oder Natriumcarbonatlösung unter Aufnahme von Wasser in Calycinsäure umwandelt. (Ebenso wenn man die Substanz mit im Wasser verteiltem Baryumcarbonat anhaltend kocht.)

Beim Erhitzen dieser Lösung mit Salzsäure wird indes Calycin regeneriert, das sich dann wieder als ein orangeroter, kristallinischer, in Äther schwer löslicher Niederschlag abscheidet. Da sich die

Calycinsäure leicht in Äther auflöst, so kann man sie wohl mit Aether ausschütteln, aber beim Verdunsten dieser Lösung wird immer mehr oder weniger Calycin regeneriert.

Es wurde versucht, diese Probe mikrochemisch durchzuführen. Ein Stäubchen des Flechtenthallus wurde mit einem Tröpfchen 10 proz. Natriumcarbonatlösung versetzt.

Dabei konnte man wahrnehmen, daß die Probe allmählich verblaßt und beim Erwärmen fast farblos wird. Durch Zusatz einer Spur Salzsäure wird die Farbe wieder regeneriert.

Wenn man nun das Präparat allmählich eintrocknen und darauf Äther zufließen läßt, so färbt sich der Äther intensiv gelb und hinterläßt beim Verdunsten die uns bereits bekannten Kristalle von Calycin.

Dieselbe Reaktion konnte ich erhalten, wenn ich anstatt Natriumcarbonat eine Lösung von Kalilauge benützt habe, so daß angenommen werden muß, daß durch die Kalilauge ebenfalls eine Umwandlung von Calycin in Calycinsäure stattfindet, wobei sich das Calycin, wenn auch langsam, dennoch aber vollkommen auflöst.

Auf Grund dieser Untersuchungen muß daher die Angabe von BACHMANN, daß „Calycin von Kalilauge nicht gelöst und nicht verändert wird“, insofern geändert werden, indem man sagt: Das Calycin ist in Kalilauge ohne Farbenveränderung allmählich löslich.

Schließlich war noch von besonderer Wichtigkeit zur Erbringung des Identitätsnachweises die ZOPF'sche Probe auf Calycin. (Lit. 7.)

ZOPF hat nachgewiesen, daß die in Chloroform gelösten Calycinkristalle, mit Kali oder Natronlauge zusammengebracht, einen ziegel- bis purpur-, oder blutrot gefärbten Körper liefern, der von den emulsionartig verteilten Tropfen der Alkalilösung sofort aufgenommen wird, während sich das Chloroform entfärbt.

Das rote Produkt ist durch große Unbeständigkeit ausgezeichnet.

Zu dieser Reaktion wurde das eingangs gewonnene Pröbchen der fraglichen Substanz verwendet. Dieselbe wurde auf dem Objektträger in einem Tröpfchen Chloroform aufgelöst und die gewonnene gelb gefärbte Lösung rasch mit kleinen Tröpfchen Kalilauge versetzt. Mit bloßem Auge konnte keine Veränderung wahrgenommen werden; unter dem Mikroskope jedoch waren einige schön rotgefärbte Tröpfchen sichtbar, welche schon innerhalb einiger Minuten verblaßten.

Durch die ausgeführten Untersuchungen scheint mit großer Sicherheit der Beweis erbracht, daß die Flechte *Chrysothrix nolitangere* Mont. offenbar nur dem Gehalte an Calycin ihre gelbe Farbe verdankt.

Zum Schlusse kann jedoch nicht eines wichtigen Umstandes vergessen werden, welcher in physiologischer Hinsicht gewiß von einer nicht untergeordneten Bedeutung erscheint.

Als nämlich die Flechte in Paraffin eingebettet wurde, um daraus Schnitte anzufertigen, beobachtete ich, daß sich das verflüssigte Paraffin um das Präparat herum stark gelb verfärbt und prüfte sodann die Löslichkeit des Calycin in Fetten.

Durch ein kleines Stückchen der Flechte wird ein Tröpfchen Knochenöl schon in der Kälte, schneller in der Wärme, intensiv gelb gefärbt, und nach dem Erkalten scheiden sich wieder die charakteristischen gelben Nadeln aus.

Später hat sich mir dieses Verfahren (Umkristallisieren der Flechtensäuren aus heißem Paraffinöle) als ein sehr brauchbares Mittel zum Nachweise gewisser Flechtensäuren erwiesen. (Lit. 11.)

Dadurch, daß das Calycin in Fetten löslich ist, ist es auch zu erklären, daß die Zellmembran mancher Algenzellen dieser Flechte intensiv gelb gefärbt erscheint; denn die fetthaltige Membran scheint imstande zu sein das Calycin zu speichern.

Den besten Beweis dafür, daß auch MASSALONGO die meisten Algenzellen dieser Flechte gelb gesehen hat, bietet seine Abbildung in der eingangs erwähnten Arbeit. Allerdings kann dann eine solche Gelbfärbung der Algenzellen bei der Entscheidung ihrer Zugehörigkeit zu großen Irrtümern führen, denn die sicher zum *Palmella*typus gehörenden Gonidien könnten bei flüchtiger Beobachtung leicht für *Chroolepus*gonidien gehalten werden.

In biologischer Hinsicht wäre die überaus reiche Ausscheidung des Calycins auf den lockeren Hyphen dieser Flechte wohl vor allem als ein Schutz gegen eine zu starke Transpiration zu deuten. Nicht zuletzt wird bestimmt dem Calycin auch die Rolle zufallen, um die Wirkung gewisser schädlicher Lichtstrahlen auszuschalten.

Daß den Flechtensäuren, vornehmlich den gefärbten, diese Aufgabe zukommt, darauf haben wir anläßlich unseres letzten Vortrages (Literatur 12) hingewiesen. Zu dieser Zeit waren jedoch die diesbezüglichen Untersuchungen noch nicht abgeschlossen und wir hoffen demnächst in einer größeren Arbeit zu dieser Frage zurückzukehren.

Chemische Literatur.

1. O. HESSE: Ueber Calycin. Berichte der deutschen Chem. Gesellschaft, Band 13 (1880) Seite 1816.
2. Derselbe: Beitrag zur Kenntnis der Flechten und ihrer charakteristischen Bestandteile. III. Mitteilung Journal für praktische Chemie, Band 58 (1899) Seite 534—41.
3. Derselbe: In demselben Journal. Vierte Mitteilung, Band 62, (1900) Seite 335, 336, 341.
4. Derselbe: Achte Mitteilung Band 68 (1903) Seite 55—56.
5. ZOPF: Zur Kenntnis der Flechtenstoffe, Ann. der Chemie, Band 284 (1895) Seite 125—29.
6. Derselbe: Zur Kenntnis der Stoffwechselprodukte der Flechten, Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, Heft 1 (1892) Seite 57—65.
7. Derselbe: Ueber eine neue auch mikroskopisch verwendbare Reaktion des Calycin. Zeitschr. für wissenschaftl. Mikroskopie, Band XI. Seite 495—499.
8. Derselbe: Zur Kenntnis der Flechtenstoffe, Ann. der Chemie. Sechste Mitteilung, Band 306, Seite 286, 290, 292.
9. Derselbe: In derselben Zeitschr. Dreizehnte Mitteilung, Band 338, Seite 42 und 46.
10. BACHMANN: Mikrochemische Reaktionen auf Flechtenstoffe III. Flora (1887) Nr. 19, Seite 291.
11. SENFT: Ein neues Verfahren zum mikrochemischen Nachweis der Flechtensäuren. Pharm. Praxis Heft 12. (1907).
12. Derselbe: Beitrag zur Mikrochemie einiger Anthrachinone, Vortrag gehalten in der Abteilung 8 (Pharm. Chemie, Pharmakognozie und Pharmazie) der 85. Versammlung Deutschen Naturforscher und Aerzte.
Zeitschrift des allg. österr. Apothekenvereines 1914.

Erklärung der Tafel XVII

im Text.

56. A. Schulz: Über den Nacktweizen der alten Ägypter.

(Mit 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 18. Oktober 1916.)

Nach den Angaben in der Literatur sind in Ägypten zahlreiche aus dem Altertum stammende Nacktweizenreste, meist Früchte, gefunden worden. Sie sollen zu den vier Formengruppen: *Triticum vulgare* Vill. Kcke., *Tr. compactum* Host, *Tr. durum* Desf., und *Tr. turgidum* L. gehören.

Die erste Angabe über altägyptische Nacktweizenreste findet sich in J. PASSALACQUAs 1826 — in Paris — erschienenem Catalogue raisonné et historique des antiquités découvertes en Égypte par M. JPH. PASSALACQUA de Trieste[1]). Sie stammt von C. KUNTH, der die Pflanzenreste der PASSALACQUAschen Sammlung untersucht hatte, und ist von ihm gleichzeitig auch im achten Bande der Annales des sciences naturelles[2]) veröffentlicht worden. Nach KUNTH gehören die Getreidereste dieser Sammlung zu „*Triticum vulgare* Willd. [also *vulgare* Vill. Kcke.] Blé.". Es sind „des fruits d' un aspect brunâtre."[3])

Eine größere Anzahl von Angaben über Funde von altägyptischen Nacktweizenresten verdanken wir F. UNGER; er hat sie in seinen „Botanischen Streifzügen auf dem Gebiete der Culturgeschichte"[4]) veröffentlicht. Im vierten Teile dieser „Streifzüge"[5]), in dem er die bis dahin bekannten „Pflanzen des alten Ägyptens" behandelt, nennt er *Triticum vulgare* Vill. und *Tr. turgidum* L. als im alten Ägypten angebaute Nacktweizen. Jenes ist nach seiner Angabe „nicht selten in den Gräbern bei Mumien" und wurde von ihm aus Theben mitgebracht. Dieses scheint er nicht selbst aus dem alten Ägypten gesehen zu haben; er beruft sich vielmehr auf ALPH. PYR. DE CANDOLLE, der Körner von *Tr. turgidum* aus sehr alten Mumiensärgen angäbe.

---

[1]) S. 229.

[2]) S. 418—423: Recherches sur les plantes trouvées dans les tombeaux égyptiens par M. PASSALACQUA.

[3]) Dies sind wohl dieselben Getreidereste, von denen AL. BRAUN (Über die im Kgl. Museum zu Berlin aufbewahrten Pflanzenreste aus altägyptischen Gräbern, Zeitschrift f. Ethnologie, Bd. 9, Berlin 1877, S. 289—310 [298]) sagt: „Von Getreidearten finden sich im hiesigen Museum Weizen (*Triticum vulgare* Vill.), welchem einzelne Gerstenkörner beigemengt sind."

[4]) Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftl. Klasse d. Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Bd. 38, 1859 u. f. (Wien 1860 u. f.).

[5]) A. a. O., Bd. 38, 1859 (Wien 1860) S. 69—140, mit 9 Taf. (97—98).

Im fünften Teile der „Streifzüge“[1]), der der Beschreibung des „Inhaltes eines alten ägyptischen Ziegels an organischen Körpern“ gewidmet ist, gibt UNGER an, daß er in diesem aus der äußeren Umfassungsmauer der altägyptischen Stadt Nechab (Eileithyia, jetzt Elkab) stammenden Tonziegel Teile der Rhachis (Aehrenachse) von *Triticum turgidum* gefunden habe.

Im siebenten Teile der „Streifzüge“[2]) wird von UNGER „ein Ziegel der Dashurpyramide in Ägypten nach seinem Inhalt an organischen Einschlüssen“ behandelt. Dieser Tonziegel der aus der Zeit der vierten Dynastie stammenden Dashurpyramide enthielt auch eine nicht geringe Menge Weizenfrüchte, die UNGER mit keiner einzigen Art oder Varietät der gegenwärtig in Ägypten und anderwärts gebauten Weizen als mit HEERs „kleinem Pfahlbautenweizen“, *Triticum vulgare antiquorum* Heer, vergleichen konnte.

Zwei Früchte von *Triticum vulgare antiquorum* fand UNGER auch in einem Tonziegel der von RAMSES II. im Delta erbauten Stadt „Ramses“, der von ihm im achten Teile seiner „Streifzüge“[3]) beschrieben wird. Sie „zeichneten sich durch ihre Kleinheit im Gegensatze zu den gegenwärtigen in Ägypten vorkommenden Kornfrüchten des Weizens aus.“[4])

Während UNGER also der Meinung ist, daß die von ihm untersuchten altägyptischen Nacktweizenreste zu drei Formengruppen: *Triticum vulgare* Vill. Kcke., *Tr. compactum* Host — dazu gehört *Tr. vulgare antiquorum* Heer — und *Tr. turgidum* L., gehören, glaubt FR. KÖRNICKE allen von ihm gesehenen ägyptischen „Mumienweizen“ zu *Tr. vulgare* Vill. Kcke. ziehen zu müssen.[5])

Auch G. SCHWEINFURTH kennt 1884 in seiner Aufzählung der von ihm nach Untersuchung beglaubigter Funde von Pflanzenresten aus dem alten Ägypten konstatierten Pflanzenarten[6]) — wie KÖRNICKE — nur *Triticum vulgare* Vill. aus dem alten Ägypten:

---

[1]) A. a. O., Bd. 45. Abt. 2, 1862 (Wien 1862) S. 75—88, mit 1 Taf.

[2]) A. a. O., Bd. 54, Abt. 1, 1866 (Wien 1866) S. 33—62.

[3]) „Die organischen Einschlüsse eines Ziegels der alten Judenstadt Ramses in Ägypten“, a. a. O., Bd. 55, Abt. 1, 1867 (Wien 1867) S. 198—206.

[4]) A. a. O., S. 202.

[5]) FR. KÖRNICKE, Die Arten und Varietäten des Getreides (Berlin 1885 S.43: „Was ich von ägyptischen Mumienweizen gesehen habe, würde ich ebenfalls hierher [d. h. zu *Tr. vulgare*] ziehen“.

[6]) G. SCHWEINFURTH, Über Pflanzenreste aus altägyptischen Gräbern, Berichte d. Deutschen bot. Gesellschaft, Bd. 2 (Berlin 1884) S. 351—371 (370).

„Unter den zahlreichen Weizenproben der Gräberfunde, die das Museum in Cairo bewahrt, sah ich keine anderen Formen, als die dem kleinen gedunsenen Korn entsprechenden, welche heutigen Tags zu den gemeinsten Erzeugnissen der ägyptischen Landwirthschaft zählt. Die von UNGER und BRAUN erwähnten Weizenarten des alten Ägypten sind mir daselbst noch nicht zu Gesicht gekommen[1].“ Später, in seiner Abhandlung über „Ägyptens auswärtige Beziehungen hinsichtlich der Culturgewächse“[2]), erklärt SCHWEINFURTH den Nacktweizen des alten Ägyptens für *Triticum durum* Desf. Und im Jahre 1908 sagt er gelegentlich seiner Behandlung der Pflanzenreste aus zwei in der Zeit der XII. Dynastie in den Fundamenten des Totentempels des Neuserre, eines Königs der V. Dynastie, angelegten Priestergräbern[3]), daß *Triticum durum* und *Tr. turgidum* „durch aus verschiedenen Gräbern erlangte Körnerfunde beglaubigt“ seien[4]).

Während SCHWEINFURTH noch 1908 nur von aus verschiedenen Gräbern erlangten Körnerfunden spricht, behauptet V. LORET schon 1892 in der zweiten Auflage seiner „Flore pharaonique“[5]), daß „des grains de Froment ont été très souvent rencontrés dans les tombes égyptiennes, et il s'en trouve exposés dans presque tous les musées d'Europe“. Ich bezweifle die Richtigkeit von LORETs Behauptung; ich bin überzeugt, daß ein großer Teil der Früchte, wenigstens der aus der Zeit vor dem Beginne der Perserherrschaft über Ägypten stammenden, die in den Sammlungen als Nacktweizenfrüchte bezeichnet sind, gar keine Nacktweizenfrüchte sind. Von den vorhin erwähnten von C. KUNTH und A. BRAUN untersuchten Früchten der PASSALACQUAschen Sammlung, den ersten angeblichen Nacktweizenfrüchten aus dem alten Ägypten, die wissenschaftlich behandelt worden sind, hat schon 1881 L. WITTMACK[1]) nachgewiesen, daß sie nicht Nacktweizen-, sondern vielmehr — geröstete — Gerstenfrüchte sind. Die von mir untersuchten altägyptischen angeblichen Nacktweizenfrüchte mehrerer Sammlungen waren zum größten Teil keine Nacktweizenfrüchte. Die meisten waren entspelzte Emmerfrüchte, die den altägyptischen Emmerfrüchten, die sich noch in ihren Spelzen befinden, glichen. Ein anderer Teil der Früchte waren Nacktgerstenfrüchte[2]), und nur der Rest der Früchte gehörte zum Nacktweizen. In einigen Fällen waren zwei von diesen Getreiden, meist Emmer und Nacktgerste, miteinander vermischt. Die am besten erhaltenen bestimmt datierten Nacktweizenfrüchte verdanke ich Herrn Prof. G. SCHWEINFURTH, sie wurden zu Dra-Abu'n-Negga bei Theben in Gräbern aus der Zeit der XII. Dynastie gefunden. Von demselben Gelehrten habe ich auch noch andere dieser Zeit angehörende Nacktweizenfrüchte erhalten, die aus dem kleineren der beiden Speichermodelle im Grabe des RAHOTEP zu Mēr bei Kusîgeh (45 km unterhalb Assiût in Oberägypten) stammen; sie stimmen in der Gestalt mit jenen überein, sind aber recht klein. Ich habe sowohl diese wie jene eingehend mit den Früchten zahlreicher — über 200 — in meiner Sammlung befindlicher recenter Formen (und Unterformen) von *Triticum vulgare, Tr. compactum, Tr. durum* und *Tr. turgidum* verglichen und bin zu der Überzeugung gelangt, daß sich nichts Bestimmtes darüber sagen läßt, zu welcher von diesen vier Formengruppen sie gehören. Es gibt in allen vier Gruppen Formen, deren Früchte den altägyptischen Früchten vollständig gleichen. Doch können diese auch Früchte einer heute nicht mehr bestehenden Nacktweizenformengruppe sein. Die — braunen — Früchte sind durchschnittlich 6—8 mm lang. Ihre Rückenseite ist stark gewölbt; an der höchsten Stelle sind sie 3—3$^1/_2$ mm dick. Die Seitenflächen sind meist deutlich gekrümmt, doch können sie auch fast gerade sein. Die 3—3$^1/_2$ mm breite Bauchseite ist tief gefurcht, ihre Hälften sind gewölbt, ihre Ränder sind meist deutlich gerundet. Das Keimende der Früchte ist spitz,

---

[1]) Vgl. auch G. SCHWEINFURTH, Neue Beiträge zur Flora des alten Ägypten, ebenda Bd. 1 (Berlin 1883) S. 544—546 (544).

[2]) Verhandlungen d. Berliner Gesellschaft f. Anthropologie, Ethnologie u. Urgeschichte, Jahrg. 1891 (Berlin 1891) S. 649—669 (655).

[3]) In H. SCHÄFER, Priestergräber und andere Grabfunde vom Ende des Alten Reiches bis zur Griechischen Zeit vom Totentempel des Ne-user-Rê. Ausgrabungen der Deutschen Orient-Gesellschaft in Abusir 1902—1904 (Leipzig 1908) S. 152 u. f. (153).

[4]) ALPH. DE CANDOLLE, Origine des plantes cultivées (Paris 1882), FR. WÖNIG, Die Pflanzen im alten Ägypten (Leipzig 1886) und G. BUSCHAN, Vorgeschichtliche Botanik der Cultur- und Nutzpflanzen der alten Welt auf Grund praehistorischer Funde (Breslau 1895), haben keine altägyptischen Weizenreste untersucht.

[5]) V. LORET, La flore pharaonique d'après les documents hiéroglyphiques et les spécimens découverts dans les tombes, 2. Aufl. (Paris 1892) S. 21. Nach LORET wird der — in der ägyptischen Sprache swot genannte — Nacktweizen oft auf Bildern in den Gräbern dargestellt, immer in den Listen der Opfergaben für die Verstorbenen aufgeführt und häufig in der Medizin angewandt.

---

1) Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, Jahrg. 23, 1881 (Berlin 1882) S. VI.

2) Vergl. diese Berichte Bd. 34, S. 608.

das obere Ende ist stumpf abgerundet. Spelzeneindrücke fehlen meist oder sie sind ganz schwach, doch können sie auch sehr deutlich sein 1). Diese Eigenschaften finden sich vereinigt auch bei recenten Früchten von Formen aller vier Formengruppen. Die Gestalt der behaarten Partie des oberen Endes der altägyptischen Früchte gleicht am meisten der der Früchte von *Triticum durum* und *Tr. turgidum*, doch gibt es auch Formen von *Tr. vulgare* und *Tr. compactum*, deren Früchte in dieser Hinsicht vollständig mit den altägyptischen Früchten übereinstimmen. Außer diesen Nacktweizenfrüchten habe ich noch mehrere angeblich bei Theben gefundene Proben von solchen untersuchen können, bei denen aber weder die näheren Fundstellen noch die Zeitabschnitte, aus denen sie stammen, angegeben sind. Diese Früchte, die meist sehr schlecht erhalten sind, stimmen in der Farbe, Gestalt und Größe im wesentlichen mit den soeben beschriebenen überein. Im Kgl. botanischen Museum zu Dahlem befinden sich Weizenfrüchte, die als „antiker Weizen aus Mumiensärgen“ bezeichnet sind. Leider ist weder der Sammler dieser Früchte, noch ihr Fundort oder die Zeit, aus der sie stammen, bekannt. Auch diese Früchte, deren Kenntnis ich ebenfalls Herrn Prof. G. SCHWEINFURTH verdanke, sind Nacktweizenfrüchte. Sie

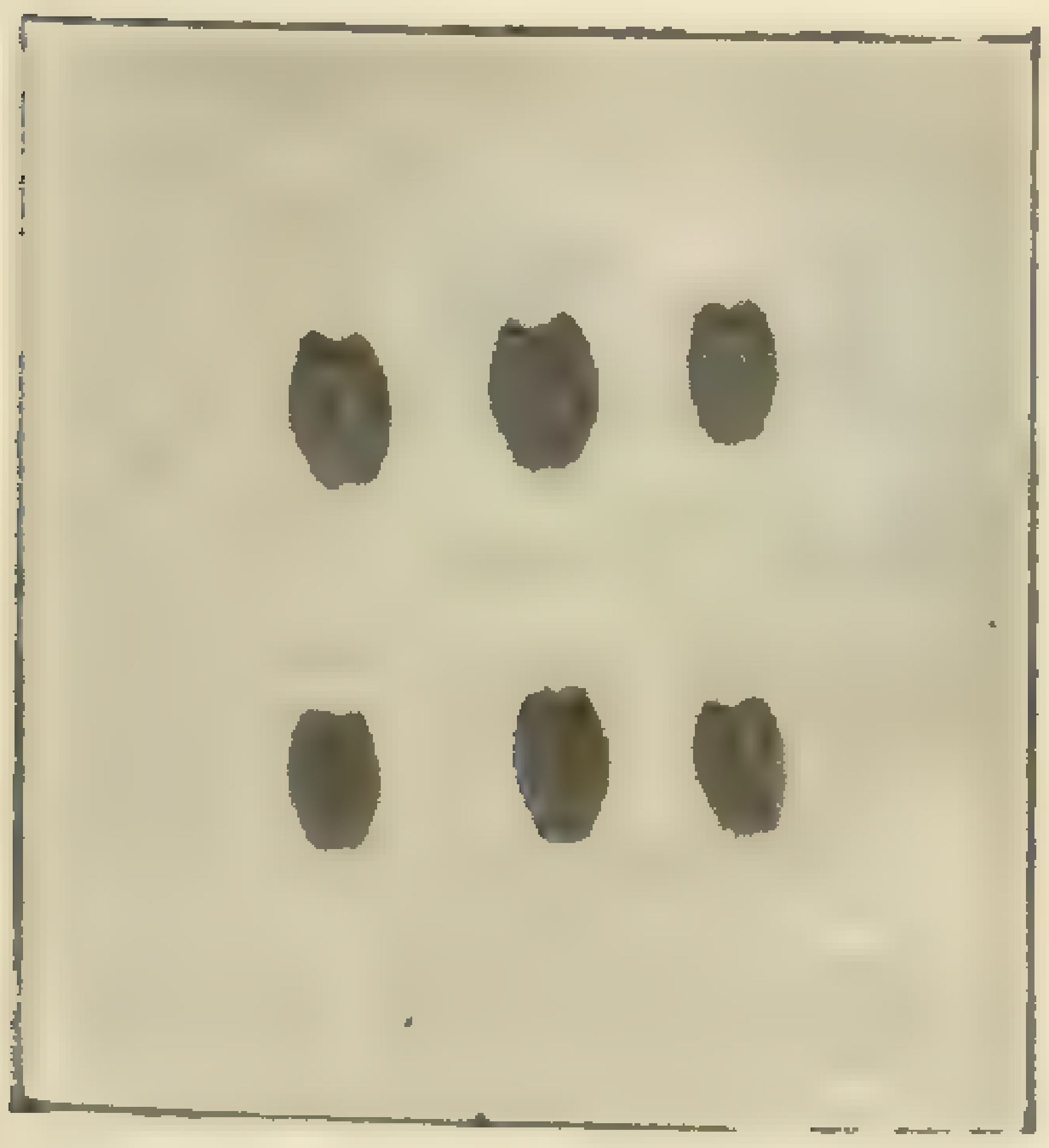


Abb. 3

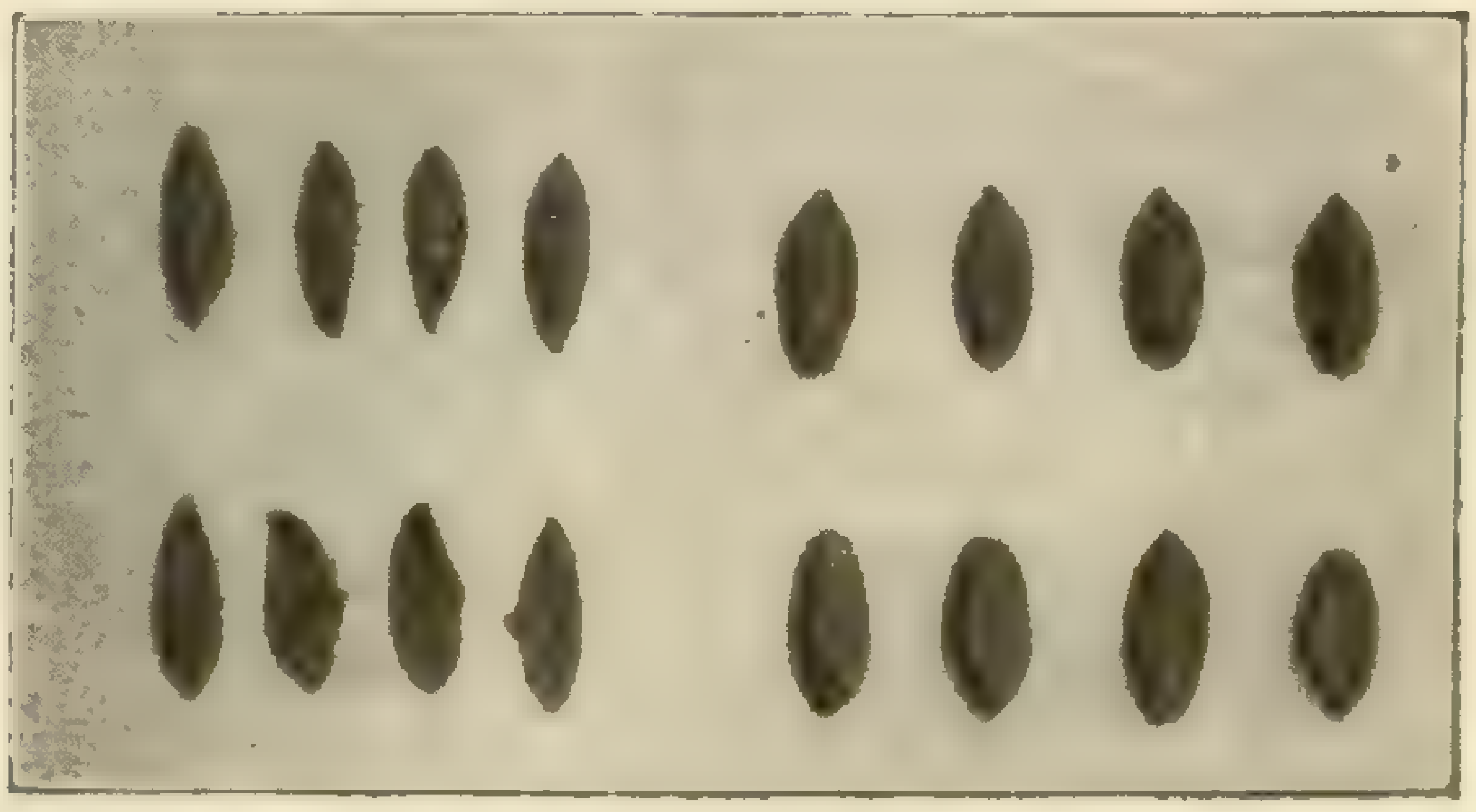


Abb. 1 Abb. 2

---

1) Abb. 1 sind acht von diesen Früchten, oben vier von der Bauchseite, unten vier von der Rückenseite, in natürlicher Größe dargestellt. (Die unteren Früchte kehren das Keimende nach unten, die oberen kehren, mit Ausnahme der zweiten von links, das Keimende nach oben.) Zum Vergleiche sind Abb. 2 acht entspelzte Emmerfrüchte aus dem Grabe des RAHOTEP, oben vier von der Bauchseite, unten vier von der Rückenseite, die oberen mit dem Keimende nach oben, die unteren, mit Ausnahme der ersten von rechts, mit dem Keimende nach unten, Abb. 3 sechs Nacktgerstenfrüchte aus demselben Grabe, oben drei von der Bauchseite, unten drei von der Rückenseite, alle mit dem Keimende nach unten, in natürlicher Größe dargestellt.

gleichen fast völlig den bei Dra-Abu'n-Negga gefundenen Früchten. Herr Prof. G. SCHWEINFURTH hat mir außerdem aus dem Museum zu Dahlem — verkohlte — Früchte zur Ansicht mitgeteilt, die aus mit aschehaltigem sandigem Nilerdreich gefüllten Tonkrügen stammen, die 1908 von Prof. LORTET im Bezirke des großen Ammonstempels zu Karnak (bei Theben) in einem Grabe oder Heiligtum in sehr bedeutender Anzahl gefunden worden sind. Leider läßt sich, nach freundlicher Mitteilung von Prof. G. SCHWEINFURTH, nicht mit Sicherheit angeben, welcher Zeit diese Krüge, von denen jeder nur wenige Früchte enthielt, angehören. Es ist recht wahrscheinlich, daß sie erst im Alten Reich, vielleicht erst in der Zeit der V. oder der VI. Dynastie, in die Erde vergraben worden sind. Von jenen Früchten, die leider meist so stark beschädigt sind, daß sie gar keine Bestimmung mehr gestatten, scheinen einige beschalte Gerstenfrüchte, einige andere Nacktweizenfrüchte zu sein.

Wahrscheinlich glichen die von FR. KÖRNICKE gesehenen altägyptischen Weizenfrüchte den von mir vorhin beschriebenen, dagegen wichen wohl die von F. UNGER untersuchten Früchte aus altägyptischen Tonziegeln von ihnen ab. Denn UNGER zieht sie zu *Triticum vulgare antiquorum*, dessen Früchte nach O. HEERs Abbildungen wesentlich kleiner als die von mir beschriebenen sind¹). Bekanntlich²) gehört *Triticum vulgare antiquorum*, wenigstens in der Hauptsache, zu HEERs *Tr. compactum* Host, und zu diesem zieht denn auch G. BUSCHAN die von UNGER in jenen Ziegeln gefundenen Früchte³). Ob sie wirklich dazu gehören, kann erst eine erneute Untersuchung dieser Früchte entscheiden. Die von UNGER aus Theben mitgebrachten, von ihm für *Triticum vulgare*-Früchte gehaltenen Früchte stimmen vielleicht — falls sie nicht etwa Emmerfrüchte sind — mit den von mir beschriebenen Nacktweizenfrüchten überein. Daß man aber Teile der Ährenachse eines Nacktweizens, die sich jahr-

---

1) Vergl. hierzu O. HEER, Die Pflanzen der Pfahlbauten, Separatabdruck aus dem Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft [in Zürich] auf das Jahr 1866 (Zürich 1865) Fig. 18.

2) Vergl. A. SCHULZ, Geschichte der kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913) S. 45—46.

3) G. BUSCHAN, a. a. O. S. 17. Er zieht sie zu der von ihm von *Tr. compactum* aufgestellten Varietät *globiforme*. Zu dieser gehören aber, wie ich nachgewiesen habe (vergl. A. SCHULZ, Über mittelalterliche Getreidereste aus Deutschland, Berichte d. Deutschen bot. Gesellschaft, Bd. 32 (Berlin 1914) S. 633–638), die gesamten bekannten prähistorischen *Triticum compactum*-Früchte.

tausendelang in einem Tonziegel befanden, mit Bestimmtheit als zu *Triticum turgidum* gehörend erkennen könne, wie dies UNGER annimmt, möchte ich sehr bezweifeln.

Man darf auf Grund des Vorstehenden wohl behaupten, daß die Anzahl der sicheren altägyptischen Nacktweizenreste nicht sehr erheblich ist, und daß es zurzeit noch nicht möglich ist, etwas sicheres darüber auszusagen, zu welcher Formengruppe oder zu welchen Formengruppen diese Reste gehören. Dies wird sich erst beurteilen lassen, wenn nicht nur Früchte, sondern auch größere Ährenbruchstücke des altägyptischen Nacktweizens gefunden sein werden.

57. A. Schulz: Über die nackte und die beschalte Saatgerste der alten Ägypter.

(Mit Tafel XVIII.)

(Eingegangen am 18. Oktober 1916.)

Bekanntlich sind bei den meisten Kulturformen der Gattung *Hordeum* in der Regel[1]) die Deckspelze und die Vorspelze so fest mit der reifen Frucht verwachsen, daß sie sich nicht unbeschädigt von ihr ablösen lassen. Es gibt aber auch eine Anzahl Formen, deren reife Frucht nicht mit den Spelzen verwachsen ist und sich ohne Schwierigkeit von ihnen befreien läßt. Sie werden nackte Gersten genannt im Gegensatz zu den anderen Formen, die als beschalte Gersten bezeichnet werden. Sowohl bei *Hordeum distichum* als auch bei *H. polystichum*[2]) kommen nackte Formen vor. Die meisten der bekannten nackten Formen gehören zu *H. polystichum vulgare* L.; von ihnen ist die sog. Himmelsgerste, *H. polystichum vulgare coeleste* L., am längsten bekannt. FR. KÖRNICKE hielt es für möglich[3]), daß sie schon der im zweiten Jahrhundert nach Christi Geburt lebende griechische medizinische Schriftsteller CLAUDIOS GALENOS gekannt habe. Dieser erwähnt nämlich im ersten Buche seines Werkes über den Wert der Nahrungsmittel[1]) ein in Kappadozien unter dem Namen *γυμνόκριϑον* „Nacktgerste“ angebautes Getreide. Es ist aber recht zweifelhaft[2]), ob dieses Getreide wirklich Nacktgerste war. Denn die Griechen bezeichneten die beschalte Saatgerste — im Gegensatz zum Weizen — als nackt, d. h. spelzenlos, weil ihre Deckspelze und Vorspelze sich bei der Reife und beim Drusch nicht von der Frucht lösen, sondern mit dieser in Verbindung bleiben, also scheinbar gar nicht vorhanden sind, ihre Hüllspelzen aber sehr winzig sind und deshalb leicht übersehen werden.[3]) Auch den Römern galt die beschalte Saatgerste als nackt.[4]) Vielleicht war GALENs *γυμνόκριϑον* eine Form von *Hordeum distichum*, bei der zur Zeit der Reife die Grannen leicht abbrachen oder die überhaupt grannenlos war. Nach C. SPRENGEL[5]) wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts auf der Insel Zante unter dem Namen *γυμνοκριϑί* eine Gerste angebaut, von der SIBTHORP sagt, sie sei „destitute of beards“. Sollte aber GALENs *γυμνόκριϑον* wirklich Nacktgerste gewesen sein, so spricht doch nichts dafür, daß es gerade die Himmelsgerste oder überhaupt eine Form von *Hordeum polystichum vulgare* war. Die Himmelsgerste tritt uns mit Sicherheit erst im 16. Jahrhundert entgegen. Sie wird zuerst 1536 von dem französischen Botaniker J. RUELLE, 1539 von dem deutschen Botaniker H. BOCK (TRAGUS) erwähnt. Dieser, der sie Kern nannte, hielt sie nicht für eine Form der Saatgerste. Die übrigen zu *Hordeum polystichum vulgare* gehörenden Nacktgerstenformen sind erst noch viel später bekannt geworden. Das zu *H. distichum* gehörende *H. nudum* kennt erst LINNÉ, der es 1753 benannte und beschrieb. Und von *H. polystichum hexastichum* im Sinne von FR. KÖRNICKE hat erst dieser — 1882 — eine nackte Form[6]) beschrieben.

---

[1]) Vgl. hierzu FR. KÖRNICKE, Die Arten und Varietäten des Getreides (Berlin 1885), S. 135—136.

[2]) Vgl. betreffs der Kulturformen von *Hordeum* — der Saatgerstenformen — A. SCHULZ, Geschichte der kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913), S. 86 u. f.

[3]) Vgl. FR. KÖRNICKE, a. a. O., S. 166.

Wenn wir aber auch zweifelhaft lassen müssen, ob GALENs *γυμνόκριϑον* eine Nacktgerste war, so können wir doch nicht bezweifeln, daß es bereits Jahrtausende vor GALENs Zeit Nacktgerste gegeben hat. Denn die Ägypter haben Nacktgerste sicher schon zur Zeit der XII. Dynastie, wahrscheinlich sogar schon zur Zeit der V. Dynastie[1]) angebaut. Bis jetzt sind mir aus dem alten Ägypten nur Nacktgersten-Früchte bekannt geworden. Die am besten erhaltenen von diesen stammen aus dem größeren Speichermodell in dem der Zeit der XII. Dynastie angehörenden Grabe des RAHOTEP zu Mēr bei Kusîjeh (45 km unterhalb Assiût in Oberägypten). Ich verdanke sie der Güte des Herrn Prof. GEORG SCHWEINFURTH.[2]) Sie waren in diesem Speichermodell mit Emmervesen, nackten Emmerfrüchten und Körnern von beschalter Saatgerste gemischt. Die dunkelbraunen Früchte sind stark verwittert; allen fehlt der Keim und vielfach ist sogar der ganze Inhalt geschwunden, so daß nur noch die mehr oder weniger beschädigte Schale vorhanden ist. Die Früchte sind (ohne den Keim) 4—5$^1/_2$ mm lang. Sie sind ungefähr in der Mitte am breitesten — ungefähr 2$^3/_4$—3$^1/_2$ mm breit — und verschmälern sich nach beiden Enden ungefähr gleichmäßig. Die Bauchseite trägt eine tiefe Furche; ihre beiden Hälften sind gewölbt. Die Rückenseite ist nur schwach gewölbt. Sie trägt eine seichte, in manchen Fällen nur an den Enden der Frucht deutlich wahrnehmbare Längsfurche. Das — angewitterte — obere Ende der Frucht ist abgestumpft.[3]) Von Herrn Prof. G. SCHWEINFURTH habe ich auch eine 4 mm lange, verkohlte — etwas beschädigte — Frucht erhalten, die von L. BORCHARDT 1909 zwischen Emmerspreu aus den Fundamenten des Totentempels des der V. Dynastie angehörenden Königs SAHURE gefunden war. Sie ist in der Gestalt den soeben beschriebenen Früchten so ähnlich, daß sich kaum daran zweifeln läßt, daß sie ebenfalls eine Nacktgerstenfrucht ist.

---

[1]) *Περὶ τροφῶν δυνάμεως* I, 13 (S. 520 der Ausgabe von KÜHN).

[2]) Vgl. A. SCHULZ, Die Geschichte der Saatgerste, Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 83 (Leipzig 1911), S. 197 u. f. (213).

[3]) Vgl. hierzu THEOPHRASTOS, *Περὶ φυτῶν ἱστορίας* VIII, 4, 1 (Ed. WIMMER).

[4]) Vgl. hierzu COLUMELLA, De re rustica II, 9 (Ed. GESNER) und PLINIUS, Naturalis historia XVIII, 61 (Ed. JAN-MAYHOFF).

[5]) C. SPRENGEL, Theophrasts Naturgeschichte der Gewächse, übersetzt und erläutert, Teil 2 (Altona 1822), S. 303.

[6]) Diese, *H. hexastichum* var. *revelatum* Kcke., gehört wohl zu *H. polystichum parallelum* Kcke. (erw.).

Die übrigen von mir gesehenen altägyptischen Nacktgerstenfrüchte glichen den beschriebenen Früchten aus dem Grabe des RAHOTEP. Leider war bei keiner Probe die genaue Fundstelle und die Zeit, aus der sie stammt, angegeben. Die Früchte waren meist mit Emmerfrüchten gemischt und mit diesen zusammen als „Mumienweizen“ bezeichnet. Sie sind in der Tat Nacktweizenfrüchten recht ähnlich, unterscheiden sich von diesen aber durch die geringe Wölbung der Rückenseite und die Rückenfurche, die nur selten fast völlig fehlt.

---

[1]) Nach ED. MEYER, Geschichte des Altertums, 1. Bd., 2. Hälfte, 3. Aufl. (Stuttgart und Berlin 1913), S. 202 und 270, dauerte die V. Dynastie von 2680—2540 v. Chr. L. BORCHARDT dagegen verlegt — nach freundlicher Mitteilung von Prof. G. SCHWEINFURTH — die V. Dynastie in die Zeit um 3200 v. Chr.

[2]) Sie sind 1910 von AHMED BEY KAMEL gefunden worden.

[3]) Fig. 4 sind sechs — mit dem Keimende nach unten gerichtete — Früchte in natürlicher Größe, die drei oberen von der Bauchseite, die drei unteren von der Rückenseite. dargestellt. Fig. 10 zeigt dieselben Früchte in 1½ maliger Vergrößerung. Zum Vergleiche sind Fig. 9 sechs Früchte der beschalten Gerste aus dem größeren Speichermodell im Grabe des RAHOTEP, deren Spelzen vollständig entfernt sind, in derselben Lage in natürlicher Größe dargestellt.

Es läßt sich zur Zeit noch nichts darüber sagen, ob die altägyptische Nacktgerste später vollständig ausgestorben ist oder ob sich Nachkommen von ihr bis heute erhalten haben. Das läßt sich aber behaupten, daß die altägyptische Nacktgerste mit keiner der gegenwärtig bestehenden Nacktgerstenformen vollständig übereinstimmt.

Heute wächst, nach freundlicher Mitteilung von Prof. G. SCHWEINFURTH, *Hordeum vulgare coeleste*[1]) in Ober- und Unterägypten auf Äckern, doch ist ihm nicht bekannt, ob es hier absichtlich angebaut wird oder nur als Unkraut auftritt. Die mir vorliegenden aus verschiedenen deutschen botanischen Gärten stammenden und die von SCHWEINFURTH in Ägypten (bei dem alten Theben und im Delta) gesammelten Früchte dieser Form[2]) weichen von den altägyptischen Früchten, die bedeutend kleiner sind, wesentlich ab. Am ähnlichsten sind den altägyptischen Früchten die Früchte des aus Abessinien stammenden, zu *Hordeum hexastichum* Kcke., und zwar offenbar zu *H. polystichum parallelum* Kcke. (erw.), gehörenden *H. revelatum* Kcke.[3]). Diese sind vielfach nicht länger als die altägyptischen Früchte; hinsichtlich ihrer Keimgrube und ihres oberen Endes gleichen sie diesen. Wie bei diesen ist ihre Rückenfurche manchmal nur schwach ausgebildet und sind die Seitenfurchen vielfach gar nicht vorhanden. Die

---

[1]) Diese Form soll nach N. C. SERINGE (Descriptions et figures des céréales européennes, Annales des sciences physiques et naturelles etc , publiées par la société royale d'agriculture etc., de Lyon, Tome 4, Lyon 1841, S. 321 bis 384 [851]) im Deutschen außer zahlreichen anderen Namen auch die Bezeichnung Ägyptisches Korn und Ägyptischer Roggen führen, doch sind diese und viele andere Namen der Himmelsgerste — ebenso wie viele Namen des Polnischen Weizens (vgl. A. SCHULZ, Geschichte d. kultivierten Getreide, Bd. 1, Halle 1913, S. 57) — offenbar nur Schwindelnamen.

[2]) Herr Prof. SCHWEINFURTH hat mir Abbildungen von diesen zur Ansicht mitgeteilt.

[3]) Vorausgesetzt, daß die Früchte, die ich unter diesem Namen aus Poppelsdorf erhalten habe, zu der von FR. KÖRNICKE (FR. KÖRNICKE, a. a. O. S. 155—156) beschriebenen Form gehören, deren Früchte von ihm als „dick, kurz, hell“ beschrieben werden.

Früchte von *H. revelatum* sind aber im allgemeinen etwas dicker als die altägyptischen Früchte. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß das abessinische *H. revelatum* mit der altägyptischen Nacktgerste näher verwandt ist.

Da aus dem alten Ägypten nur spelzenlose Nacktgerstenfrüchte vorliegen, so läßt es sich nicht einmal sagen, zu welcher Formengruppe die altägyptische Nacktgerste gehört.

Nach den Angaben in der Literatur sollen im alten Ägypten nur vielzeilige Saatgersten angebaut worden sein. FR. UNGER, der zahlreiche altägyptische Saatgerstenreste untersucht hat, zieht sie zu *Hordeum hexastichum* L.[1]) und *H. vulgare* L.[2]). FR. KÖRNICKE bezweifelte ursprünglich[3]) die Richtigkeit der UNGERschen Bestimmungen und nahm an, daß die altägyptische Gerste ausschließlich zur vierzeiligen Gerste, *H. vulgare* L., gehöre. Später hat er jedoch[4]) die in dem aus der Zeit der XI. Dynastie stammenden Grabe des ANI zu Gebelên in Oberägypten (in der Nähe des alten Theben) gefundenen Ähren und Ährenbruchstücke als zu *H. hexastichum* L. gehörend bestimmt[5]). G. SCHWEINFURTH bezeichnet die sechszeilige Gerste als die neben dem Emmer am meisten angebaute Brotfrucht des alten Ägyptens [1]). Neuerdings sind an mehreren Stellen Oberägyptens aus vorgeschichtlicher oder frühgeschichtlicher Zeit stammende — meist verkohlte — Reste von beschalter Saatgerste aufgefunden worden [2]), die noch nicht näher bestimmt worden sind.

---

[1]) Vgl. F. UNGER, Botanische Streifzüge auf dem Gebiete der Culturgeschichte, IV., Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse d. Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Bd. 38, 1859 (Wien 1860), S. 69 u. f. (99: UNGER sah Reste von *H. hexastichum* L. aus Theben); Ders., Streifzüge usw., VII., a. a. O., Bd. 54, Abt. 1, 1866 (Wien 1866), S. 33 u. f. (40—41: von *H. hexast.* fanden sich in zwei Tonziegeln der Pyramide von Dashur „eine nicht geringe Menge Spelzen und . . . sogar einige wenige enthülste Kornfrüchte“): Ders., Streifzüge usw., VIII., a. a. O., Bd. 55, Abt. 1, 1867 (Wien 1867), S. 198 u. f. (202: in zwei Tonziegeln aus der Stadt Ramses fanden sich Reste von *H. hexast.*).

[2]) Vgl. F. UNGER, Bot. Streifzüge usw., V., a. a. O., Bd. 45, Abt. 2, 1862 (Wien 1862), S. 75 u. f. (79: „Bei Vergleichung aller dieser Theile . . . unterlag es keinem Zweifel, daß alle diese — aus einem Ziegel der Umfassungsmauer der altägyptischen Stadt Nechab (Eileithyia, jetzt Elkab) stammenden — Teile zusammengehörig der gemeinen Gerste (*H. vulgare* L.) angehörten“).

[3]) FR. KÖRNICKE, Die Arten und Varietäten des Getreides (Berlin 1885), S. 149 u. 157.

[4]) Vgl. G. SCHWEINFURTH, Die letzten Entdeckungen in den Gräbern Ägyptens, ENGLERs Bot. Jahrbücher, Bd. 8 (Leipzig 1886), S. 1 u. f. (15—16).

[5]) Vgl. hierzu auch G. SCHWEINFURTH, Ägyptens auswärtige Beziehungen hinsichtlich der Kulturgeschichte, Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte, Jahrgang 1891 (Berlin 1891), S. 649 u. f. (658).

Ich konnte außer einer Anzahl von vorgeschichtlichen oder frühgeschichtlichen, in Oberägypten gefundenen Resten nur aus den Zeiten des Mittleren [3]) und des Neuen Reiches sowie aus der griechisch-römischen Zeit stammende ägyptische Reste von beschalter Saatgerste untersuchen. Die meisten davon habe ich von Herrn Prof. G. SCHWEINFURTH erhalten, dem ich für seine Liebenswürdigkeit auch an dieser Stelle herzlich danke.

Aus der Zeit des Mittleren Reiches lagen mir den Zeiten der XI. und der XII. Dynastie angehörende Reste vor. Jene — Ährenbruchstücke — stammen aus dem schon erwähnten Grabe des ANI zu Gebelên, wo sie im Winter 1885—1886 aufgefunden und G. MASPERO übergeben wurden [4]). Sie befanden sich in einem der in diesem Grabe niedergelegten aus Halfagras (*Leptochloa bipinnata* Retz.) geflochtenen Täschchen. Die wichtigsten der von mir untersuchten Reste aus der Zeit der XII. Dynastie — Bruchstücke von Ähren und Ährenachsen sowie Körner — wurden in zwei Speichermodellen in dem ebenfalls schon erwähnten Grabe des RAHOTEP zu Mēr (bei Kusîjeh) gefunden [1]. Andere, angeblich dieser Zeit angehörende — im Museum der ägyptischen Altertümer zu Cairo unter Nr. 4487 aufbewahrten — Reste, und zwar ausschließlich Körner [2], wurden von MARIETTE gesammelt. Weitere mir vorliegende Reste, ebenfalls ausschließlich Körner, sollen aus der Zeit des Neuen Reiches stammen und bei Theben gefunden worden sein. Die von mir untersuchten der griechisch-römischen Zeit angehörenden Reste von beschalter Saatgerste — nur Körner [3] — wurden 1896 von Fellachen zusammen mit Emmervesen in einer Tontruhe in einem Grabe jener Zeit gefunden und durch MOHARB TODROS Prof. G. SCHWEINFURTH übergeben Außerdem liegen mir noch zwei Proben ohne Angabe des Alters und des Fundortes vor, von denen die eine, als „antike 6zeilige Gerste aus ägyptischen Mumiensärgen" bezeichnete, aus dem Museum der ägyptischen Altertümer zu Berlin [4], die andere aus einer Privatsammlung stammt. Beide bestehen aus Körnern und Bruchstücken von Ährenachsen.

---

[1]) G. SCHWEINFURTH bei H. SCHÄFER, Priestergräber und andere Grabfunde vom Ende des Alten Reiches bis zur Griechischen Zeit vom Totentempel des Ne-User-Rê, Ausgrabungen der Deutschen Orient-Gesellschaft in Abusir 1902—1904 (Leipzig 1908), S. 153; vgl. auch FR. HROZNÝ, Das Getreide im alten Babylonien, Sitzungsberichte d. Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Philos.-Hist. Klasse, Bd. 173, Abh. 1 (Wien 1914), S. 17.

[2]) Vgl. hierzu G. SCHWEINFURTH bei H. SCHÄFER, a. a. O., S. 164, FR. HROZNÝ, a. a. O, S. 19 und 178, und FR. NETOLITZKY, Neue Funde prähistorischer Nahrungs- und Heilmittel [aus Ägypten], Zénia, Hommage international à l'université nationale de Grèce a l'occasion du soixante quinzième anniversaire de sa fondation, S. 225 u. f (231).

[3]) Unter den von mir untersuchten dem Herbarium HAUSSKNECHT in Weimar gehörenden entkörnten Emmervesen aus den aus der Zeit der XII. Dynastie stammenden Priestergräbern in den Fundamenten des Totentempels des NEWOSERRE, eines Königs der V. Dynastie, also des Alten Reiches — vgl. hierzu H. SCHÄFER, a. a. O. —, die offenbar beim Bau dieses Tempels als Fundamentopfer gedient und erst nach der Anlage der Priestergräber aus den Fundamenten in die Gräber gefallen waren, fanden sich Stücke von Ährenachsen der Saatgerste, doch läßt es sich, da Früchte fehlen, nicht sagen, ob sie zu einer beschalten oder einer unbeschalten Form gehören.

[4]) Vgl. SCHWEINFURTH, Die letzten Entdeckungen usw., a. a. O., S. 15—16.

Obwohl, wie angegeben, nur bei einem Teile der Proben außer Körnern, d. h. Früchten, an denen noch die Deck- und die Vorspelze, oder wenigstens größere Bruchstücke davon, haften, auch Ährenbruchstücke oder wenigstens Ährenachsenbruchstücke vorliegen, die bestimmt erkennen lassen, daß diese Proben zu *Hordeum polystichum* gehören, darf man wohl auch von den übrigen, ausschließlich aus Körnern bestehenden Proben behaupten, daß sie zu *Hordeum polystichum* gehören, denn diese Körner gleichen vollständig den sicher zu *H. polystichum* gehörenden altägyptischen Gerstenkörnern.

---

[1] Vgl. S. 609, Anm. 3. Es sind Fig. 2a—g Bruchstücke von Ähren und Ährenachsen sowie Körner aus dem größeren Speichermodell, Fig. 3 ein Ährenbruchstück aus dem kleineren Speichermodell, Fig. 5a fünf Körner aus dem größeren Speichermodell von der Rückenseite mit dem Keimende nach oben, Fig. 5b fünf Körner aus demselben Modell von der Bauchseite mit dem Keimende nach unten, Fig. 9 sechs Früchte aus demselben Modell, deren Spelzen entfernt worden sind, mit dem Keimende nach unten, die drei unteren von der Rückenseite, die drei oberen von der Bauchseite, dargestellt.

[2] Fig. 8a sind vier von diesen Körnern, zwei von der Rücken-, zwei von der Bauchseite, mit dem Keimende nach oben, dargestellt.

[3] Fig. 8b sind vier von diesen Körnern, zwei von der Rücken-, zwei von der Bauchseite, mit dem Keimende nach oben, dargestellt.

[4] Es sind Fig. 6 drei Ährenachsenbruchstücke, Fig. 7a fünf Körner von der Rückenseite mit dem Keimende nach oben, Fig. 7b fünf Körner von der Bauchseite mit dem Keimende nach unten, dargestellt.

Vielleicht[1]) gehören sämtliche Reste mit Ausnahme eines Teiles der aus dem Grabe des ANI zu Gebelên stammenden zu einer einzigen Form. Die Reste dieser Form — außer den im Grabe des ANI gefundenen, die im Zusammenhang mit den übrigen Saatgerstenresten dieses Grabes betrachtet werden sollen — sind alle mit Ausnahme der „antiken sechszeiligen Gerste aus ägyptischen Mumiensärgen“ braun gefärbt, die meisten dunkelbraun, die aus dem kleineren Speichermodell im Grabe des RAHOTEP stammenden Körner und Ährenachsenbruchstücke heller (etwas rötlich-)braun. Die Körner und Ährenachsenbruchstücke der „antiken Gerste“ sind viel heller: die unteren Partien der Deckspelzen sind hellgelbbraun, die oberen sind grünlichgelb oder graugelb gefärbt. In der ägyptischen Literatur werden[2]) „weiße“, „rote“ und „schwarze“ Saatgerste unterschieden. Die „antike sechszeilige Gerste“ gehört wahrscheinlich zu der „weißen“ Gerste. Die übrigen Reste gehören dagegen vielleicht zur „roten“ Gerste. Ihre Deck- und Vorspelzen waren vielleicht ursprünglich hellbraun oder rotbraun, doch haben diese wie auch die — meist ein wenig helleren — Ährenachsen ihre heutige, zum Teil recht dunkle Farbe wohl teils durch Röstung, teils durch die chemische Änderung[3]), die ihre Substanz im Laufe der Zeit erlitten hat, erhalten.

Diese Form ist, wie die erhaltenen Ährenbruchstücke deutlich erkennen lassen, eine vierzeilige Gerste, d. h. es liegen, wenigstens in der mittleren Partie der Ähre, wo die Achsenglieder $3\,^1/_2$—5 mm lang sind, die Ansatzstellen der Ährchendrillinge beider Ährenseiten ungefähr übereinander, so daß die Ährchen (Körner) der benachbarten Seitenährchenreihen der Ähre im reifen Zustande mit ihren unteren Teilen so übereinanderstehen, daß sie zwei nicht scharf voneinander geschiedene Zeilen bilden. An der Ährenbasis dagegen sind die Achsenglieder vielfach so kurz, daß die benachbarten Seitenährchenreihen zwei deutlich voneinander geschiedene Zeilen bilden.

Bekanntlich trägt die Deckspelze der Saatgerste unmittelbar über ihrer Ansatzstelle an ihrer Vorderseite einen Eindruck, dessen Gestalt wechselt, aber bei den einzelnen Formen recht konstant ist. Bei dieser Form der altägyptischen Gerste hat er die Gestalt einer geraden oder schwach — nach oben — konvexen Querkerbe. Die Breite der Kerbe variiert; selten ist die Kerbe so eng, daß sich ihre in diesem Falle wenig geneigten Wände, wenigstens unten, berühren. Der Boden der Kerbe ist meist gerundet, seltener scharf. Ihre Wände sind entweder ungefähr gleich hoch und gleich geneigt oder — seltener — es ist die obere (nach der Spitze der Deckspelze hin gerichtete) Wand steiler und höher als die untere (nach der Basis der Deckspelze hin gerichtete). Die obere Kerbenwand hat einen meist schwach, seltener stärker nach oben konvexen [1]), hin und wieder wulstig hervortretenden oberen Rand. Der obere Rand der unteren Wand ist dagegen meist deutlich dreizackig; an die Zacken schließen sich nicht selten drei bis zum Boden der Kerbe hinablaufende Wülste an. Hin und wieder sind die Flanken der Kerbe durch Längswülste erhöht. Hinsichtlich der Beschaffenheit der Kerbe weichen die verschiedenen Proben, deren Körner offenbar alle langbegrannte Deckspelzen hatten, nur unwesentlich voneinander ab.

---

[1]) Unmöglich ist es freilich nicht, daß wenigstens ein Teil der nur aus Körnern bestehenden Proben nicht zu dieser Form, sondern zu der im folgenden beschriebenen sechszeiligen Form gehört.

[2]) Nach FR. HROZNÝ, a. a. O., S. 17.

[3]) Auch die „antike sechszeilige Gerste“ hat auf diese Weise eine dunklere Färbung erhalten. Geröstet scheint sie nicht zu sein, denn die ihr beigemischten Samen anderer Gewächse zeigen keine Spuren von Röstung.

Ich habe zahlreiche Körner einer Anzahl von Unterformen der vier von FR. KÖRNICKE [2]) unterschiedenen beschalten „Varietäten“ von *Hordeum vulgare* L. (= *tetrastichum* Kcke.): *pallidum*, *coerulescens*, *nigrum* und *leiorrhynchum* untersucht, ich habe aber keine Form gefunden, deren Deckspelzeneindruck dem soeben beschriebenen der Hauptmasse der von mir untersuchten altägyptischen beschalten Saatgerstenkörner völlig gleicht. Meist ist die untere Wand niedriger und mehr geneigt als die obere Wand oder die obere Wand setzt sich bis zum unteren Rande des Eindrucks fort, so daß eine mehr oder weniger muldig vertiefte schräge Fläche entsteht[3]). Am ähnlichsten sind die Spelzeneindrücke an von G. SCHWEINFURTH in Ägypten gesammelten Exemplaren von *H. vulgare pallidum*, sowie an solchen Exemplaren dieser Form, die aus aus Ägypten und von Erbil in Kurdistan stammenden Früchten in Deutschland gezogen sind. Manche Körner dieser Exemplare stimmen fast vollständig mit den altägyptischen überein[1]). Es scheint mir aber doch richtiger zu sein, die altägyptische vierzeilige Gerste nicht einfach zu *H. vulgare pallidum* zu ziehen, sondern als selbständige Form zu betrachten und *H. vulgare palaeoaegyptiacum* zu nennen.

---

[1]) Hin und wieder ist der Rand sogar schwach spitzbogig gekrümmt.

[2]) Arten und Varietäten d. Getreides (Berlin 1885), S. 158—164.

[3]) Vgl. A. SCHULZ, Geschichte d. kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913), S. 95 u. 98.

Falls die „weiße“, die „rote“ und die „schwarze“ Gerste der ägyptischen Literatur zu dieser Form gehören, so bilden sie Unterformen von ihr.

Die im Grabe des ANI zu Gebelên gefundenen Gerstenreste, deren Körner gelbbraun gefärbt sind[2]), weichen, wie schon gesagt wurde, zum Teil von den soeben beschriebenen ab. Sie gehören teils zu einer vierzeiligen, teils zu einer sechszeiligen Form, d. h. einer Form, bei der die Glieder der Ährenachse auch in der Mitte der Ähre so kurz sind, daß nur die Ansatzstellen der Ährchendrillinge je einer Ährenseite übereinander stehen, die Seitenährchenreihen der Ähre also vier deutlich voneinander geschiedene Zeilen bilden. Offenbar wurden damals beide Formen, die wohl ineinander übergehen[3]), in Oberägypten im Gemisch angebaut. Auch gegenwärtig wird in manchen Gegenden Nordafrikas ein Gemisch aus vierzeiliger und sechszeiliger Gerste kultiviert, so nach Mitteilung von Herrn Oberlyzeallehrer K. BERNAU (in Halle) im Jahre 1911 in der algerischen Oase Biskra, und nach Mitteilung von Herrn Prof. G. SCHWEINFURTH in Ägypten. Beide Herren haben mir — leider nicht ganz reife — Ähren beider Formen zur Untersuchung übergeben. Die sechszeiligen Ähren gehören nach meiner Meinung zu *H. parallelum* Kcke., das KÖRNICKE als

---

[1]) Die mir vorliegenden Körner von *H. vulgare coerulescens*, zu dem KÖRNICKE (vgl. S. 611, Anm. 3) die von ihm gesehenen altägyptischen *Hordeum vulgare*-Reste zieht, sind teils unreif, teils schlecht ausgebildet. Ich vermag deshalb nicht sicher zu beurteilen, ob diese Form der altägyptischen Gerste näher steht als *H. vulgare pallidum*. Doch sind die altägyptischen Körner kleiner als die mir vorliegenden reifen Körner von *H. vulgare coerulescens*, das sich offenbar hauptsächlich oder sogar ausschließlich durch größere Körner von *H. v. pallidum* unterscheidet.

[2]) Die Ähren sind offenbar über einem offenen Feuer geröstet worden, wobei die Grannen mehr oder weniger weit verbrannten. Die Spitzen der Grannenreste sind zum Teil verkohlt und schwarz.

[3]) Die geringe Anzahl der vorhandenen Ährenbruchstücke und ihr schlechter Erhaltungszustand lassen dies nicht sicher erkennen. Die mir vorliegenden Ährenbruchstücke aus dem Kgl. Botanischen Museum in Dahlem sind Taf. XVIII, Fig 1a—s abgebildet. Es gehören a—g zur sechszeiligen, n—r zur vierzeiligen Form; die übrigen Figuren scheinen Übergänge zwischen beiden Formen darzustellen.

„Varietät“ seines *Hordeum hexastichum* „L.“ ansah.[1]) Die vierzeiligen Ähren halte ich dagegen für solche von *H. vulgare pallidum.* Bei beiden Ährenformen, die in den Gemischen durch Zwischenglieder miteinander verbunden sind, ist die Deckspelzenkerbe gleich, und zwar wie im allgemeinen bei dem jetzt in Deutschland kultivierten *Hordeum vulgare pallidum,* ausgebildet. Bei den beiden Ährenformen aus dem Grabe des ANI ist ebenfalls der Deckspelzeneindruck gleich ausgebildet. Er gleicht im wesentlichen dem vorhin beschriebenen Eindrucke von *H. vulgare palaeoaegyptiacum.* Es muß deshalb die vierzeilige Form des ANI-Grabes zu *H. vulgare palaeoaegyptiacum* gezogen werden. Die sechszeilige Form des Grabes gehört aber offenbar zu einer Form, die sich so zu *H. parallelum* Kcke.[2]) verhält wie *H. v. palaeoaegyptiacum* zu *H. v. pallidum.* Sie wird am besten als *H. palaeoparallelum* bezeichnet. Zu *H. pyramidatum* Kcke., also dem Formenkreise, den LINNÉ und seine Zeitgenossen *H. hexastichum* nannten[3]), kann die altägyptische sechszeilige Gerste nicht gezogen werden, da dessen Formen, wenigstens soweit wie ich sie kenne, einen wesentlich abweichenden Deckspelzeneindruck haben.[4]) Dieser hat die Gestalt eines engen, oft sehr unregelmäßig nach oben konvex gekrümmten Spaltes.

Die vorgeschichtlichen oder frühgeschichtlichen ägyptischen Gerstenreste — verkohlte, vielfach unregelmäßig verquollene, ungleich große Früchte, an denen meist noch größere oder kleinere Bruchstücke der Spelzen haften —, die ich untersuchen konnte, stammen meist aus mit Asche gefüllten Opferkrügen, die 1896 und 1897 von LEGRAIN und LAMPRE bei Kawamil und Silsileh in Oberägypten in Gräbern neben Körpern in kontrakter Lage gefunden worden sind. Sie wurden ursprünglich zum Teil für Emmerfrüchte gehalten.[5]) An einigen von ihnen haften noch die Basen der Deckspelzen. Deren Eindruck gleicht dem oben beschriebenen der Körner von *H. vulgare palaeoaegyptiacum* und *H. palaeoparallelum.* Es ist somit recht wahrscheinlich, daß auch die in jenen alten Gräbern gefundene Gerste zu einer von diesen beiden Formen gehört.

---

[1]) FR. KÖRNICKE, Die Arten und Varietäten des Getreides (Berlin 1885), S. 154; A. SCHULZ, Geschichte der kultivierten Getreide (Halle 1913), S. 98.

[2]) Zu dem nach KÖRNICKE (a. a. O., S. 154) alle von ihm gesehenen normalen sechszeiligen Gersten Abessiniens gehören.

[3]) A. SCHULZ, a. a. O., S. 98.

[4]) FR. KÖRNICKE, der (bei SCHWEINFURTH, Die letzten Entdeckungen usw., a. a. O.) alle Ähren aus dem Grabe des ANI für Ähren einer Form angesehen zu haben scheint, hat leider nicht angegeben, zu welcher „Varietät“ seines *Hordeum hexastichum* er diese Form rechne.

[5]) Vor- oder frühgeschichtliche Emmerfrüchte scheinen in Ägypten noch nicht gefunden worden zu sein.

Außerdem sind aber in den Jahren 1902—1904 bei Nagaedder in Oberägypten von der „Hearst Egyptian Expedition" zahlreiche „Naturmumien" aufgefunden worden, deren noch deutlich nachweisbarer Verdauungskanal Nahrungsreste enthielt. In den von FR. NETOLITZKY untersuchten von diesen Resten fand dieser Forscher1) auch Gerstenspelzen und später sogar verkohlte Getreidefrüchte. Eine von diesen Früchten — aus Nr. 7539 der von NETOLITZKY untersuchten Proben —, die G. SCHWEINFURTH von FR. NETOLITZKY erhalten hat und die mir von jenem zur Ansicht mitgeteilt wurde, möchte ich für eine Gerstenfrucht halten.

Nach FR. HROZNÝ wurde der altägyptische Gerstenname mit den hieroglyphischen Zeichen für jt geschrieben und etwa jāte gesprochen. Ob damit nur die beschalte Gerste, oder auch die nackte Gerste bezeichnet wurde, darüber läßt sich heute noch nichts sagen. Ich halte es für recht wahrscheinlich, daß die alten Ägypter für die Nacktgerste, die im ausgedroschenen Zustande so erheblich von der beschalten Gerste abweicht, einen oder mehrere besondere Namen gehabt haben.2)

Erklärung der Tafel XVIII.

Fig. 1a—s. Ährenbruchstücke von *Hordeum vulgare palaeoaegyptiacum* und *H. palaeoparallelum* aus dem Grabe des ANI zu Gebelên (nat. Gr.).

Fig. 2a-g. Bruchstücke von Ähren und Ährenachsen sowie Körner von *H. vulgare palaeoaegyptiacum* aus dem größeren Speichermodell im Grabe des RAHOTEP zu Mēr bei Kusîjeh (nat. Gr.).

Fig. 3. Ein Ährenbruchstück derselben Form aus dem kleineren Speichermodell dieses Grabes (nat. Gr.).

Fig. 4. Nacktgerstenfrüchte aus dem größeren Speichermodell dieses Grabes (nat. Gr.).

Fig. 5a. Körner von *H. vulg. palaeoaegyptiacum* aus diesem Speichermodell von der Rückenseite (nat. Gr.).

Fig. 5b. Körner derselben Form aus diesem Modell von der Bauchseite (nat. Gr.).

Fig. 6. Ährenachsenbruchstücke der „antiken sechszeiligen Gerste" *(H. vulg. palaeoaegyptiacum)* aus dem Museum der ägyptischen Altertümer zu Berlin (nat. Gr.).

---

1) Vergl. FR. HROZNÝ, a. a. O., S. 178.

2) Es gab im alten Ägypten außer jt auch noch andere Gerstennamen, doch ist deren Verhältnis zu jt noch nicht geklärt; vgl. FR. HROZNÝ, a. a. O., S. 17—18.

Fig. 7a. Körner derselben Gerste von der Rückenseite (nat. Gr.).

Fig. 7b. Körner derselben Gerste von der Bauchseite (nat. Gr.).

Fig. 8a. Körner von *H. vulg. palaeoaegyptiacum*, angeblich aus der Zeit der XII. Dynastie, von der Rücken- und der Bauchseite (nat. Gr.).

Fig. 8b. Körner derselben Form aus einem Grabe der griechisch-römischen Zeit zu Gebelên von der Rücken- und der Bauchseite (nat. Gr.).

Fig. 9. Entspelzte Früchte derselben Form aus dem größeren Speichermodell im Grabe des RAHOTEP, von der Rücken- und der Bauchseite (nat. Gr.).

Fig. 10. Dieselben Früchte wie in Fig. 4 ($1\frac{1}{2}$ mal vergrößert).

58. M. Nordhausen: Über die Saugkraft transpirierender Sprosse.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 20. Oktober 1916.)

Die Frage nach der Größe der Saugkräfte, welche von den transpirierenden Zweigen ausgeübt und innerhalb des Stammes bis zu den Wurzeln fortgeleitet werden können, spielt im Rahmen des Saftsteigeproblems eine außerordentlich wichtige Rolle. Ihre Beantwortung ist zwar mehrfach versucht worden, doch liegen wirklich zuverlässige und unbestrittene Angaben, in wie weit derartige Kräfte den Wert einer Atmosphäre überschreiten können, nicht vor. Allerdings wurden bisher von verschiedenen Forschern schon höhere Werte erzielt; sie sind aber nicht einwandsfrei, sei es, daß sie unter Bedingungen entstanden waren, die eine Übertragung auf die natürlichen Verhältnisse in der intakten Pflanze nicht gestatten, sei es, daß sie in der Methode und Berechnung an Zuverlässigkeit zu wünschen übrig lassen. Letzteres muß den an und für sich recht beachtenswerten Versuchen RENNERs (I S. 215 u. II) gegenüber gesagt werden, die zwar eine nicht einstimmige, von Seiten URSPRUNGs (III) jedenfalls durchaus ablehnende Kritik erfahren haben[1]). Auch ich vermag weder seine Zahlenangaben von ca. 10—20 Atmosphären negativer Spannung als wirklich erwiesen betrachten, noch kann ich den Optimismus RENNERs teilen, als ob auf Grund seiner Versuche das Saftsteigeproblem im Sinne der Kohäsiontheorie definitiv gelöst wäre.[2]) Unter diesen Umständen habe ich mich bemüht, durch Änderungen in der Methodik zu beweiskräftigeren Zahlen zu gelangen, als dies bisher der Fall war. Ich bin dabei auf zwei verschiedenen Wegen vorgegangen, von denen der eine hier im folgenden, der andere demnächst in einer späteren Mitteilung beschrieben werden soll.

---

[1]) Vergl. RENNERs Entgegnung (III).

[2]) Eine kurze Begründung meiner Auffassung werde ich an anderer Stelle folgen lassen.

Die bis jetzt einzige direkte Methode, die Saugkraft transpirierender Pflanzenteile zu demonstrieren und zu messen, besteht bekanntlich in der Hebung von Quecksilber in einem vertikal stehenden, mit Wasser gefüllten Glasrohr, an dessem oberen Ende der betreffende Pflanzenteil luftdicht befestigt ist, während das untere Ende in ein Gefäß mit Quecksilber taucht. Soweit die Messung höherer Werte in Frage kommt, ist diese Methode mangelhaft und wird es wohl mehr oder minder stets bleiben. Immerhin erweist sie sich als verbesserungsfähig. Schon BOEHM (S. 210), neuerdings URSPRUNG (II S. 404) und JOST (II S. 43) sind bis zu Steighöhen von 90,6; 90 und ca. 98 cm, d. h. 16,1; 19 und 23 cm über Barometerstand gelangt. Abgesehen aber davon, daß es sich meist nur um Ausnahmefälle handelt, sind diese Versuche, wie schon URSPRUNG (II, S. 404) hervorhebt, wegen der sie begleitenden künstlichen Veränderungen in den Pflanzenteilen, die später noch erörtert werden sollen, für das Saftsteigeproblem nicht direkt beweisend.

Die Schwierigkeiten dieser Methode beruhen in einer frühzeitigen Unterbrechung der Flüssigkeitssäule zwischen Pflanze und unterem Quecksilberspiegel. Hierbei sind zwei Fehlerquellen zu unterscheiden: Einmal das direkte Zerreißen des Wasser-Quecksilberfadens, ferner der Eintritt von Luftbläschen von der Pflanze aus in den oberen Teil des Apparates. Im ersteren Falle sind wir neuerdings durch die lehrreichen, physikalischen Versuche URSPRUNGs (I, IV) in der Lage, die Fehlerquelle durch bessere Ausnutzung von Kohäsion und Adhäsion erheblich einzuschränken. Ist es ihm doch häufig gelungen, bei gleicher Anordnung beträchtliche Steighöhen des Quecksilbers bis zu maximal 206 cm d. h. 135 cm über Barometerstand zu erreichen, wenn die verdunstende Oberfläche einer mit Wasser durchtränkten Filterkerze oder eines entsprechend geformten Stückes Coniferenholz die Saugquelle abgab. Weniger glücklich waren seine und JOSTs (II) Bemühungen, die zweite Fehlerquelle zu beseitigen. Hier setzen nun meine Versuche ein.

Der Grundgedanke meiner Versuche war folgender: Ist es möglich das Eindringen von Luftblasen, welche sich ja stets in den Interzellularen bzw. Zwickeln der Schnittflächen der benutzten Pflanzenteile vorfinden, in den Apparat dadurch zu verhindern, daß zwischen beide eine Substanz eingeschaltet wird, die zwar für Wasser durchlässig ist, Luftblasen jedoch den Durchtritt von der Pflanze bzw. von außen her verwehrt? Befähigt hierzu ist im Prinzip schließlich jede wasserdurchlässige, poröse Substanz, sofern ihre Kapillaren genügend Feinheit besitzen, um die Wassermenisken fest zu halten. Gips, an den wegen seiner praktischen, mechanischen Eigenschaften in erster Linie zu denken war, erwies sich leider schon bei geringer Inanspruchnahme als zu luftdurchlässig. Geeignet war dagegen feinster plastischer Bildhauerton, der frei von Sand und gröberen festen Partikeln ist.[1])

Ton zeigt je nach dem Wassergehalt und der Dichtigkeit seines Gefüges recht verschiedene Eigenschaften. In sehr wasserreichem Zustande ist er für Wasser relativ noch durchlässig. Wird ihm Wasser entzogen, so wird er fester und schrumpft. Hiermit gewinnt seine Undurchlässigkeit für Luft[2]), jedoch nimmt infolge der Verkleinerung der Kapillaren in entsprechendem Maße auch seine Durchlässigkeit für Wasser ganz erheblich ab. Es empfiehlt sich daher, ihn in sehr dünnen Schichten zu verwenden. Erleichtert wird dies durch eine möglichst weiche, fast schlagrahmartige Konsistenz des Tones, die übrigens während des Versuchs infolge der Saugwirkung der Pflanze sehr bald einer festeren Beschaffenheit Platz macht.

Die Plastizität des Tones macht nun allerdings einige Hilfsmaßnahmen notwendig. Zunächst müssen die zusammenzufügenden Enden des Rohres und des Pflanzenstengels durch die Klammern eines Statives auch während des Versuches unverrückbar in ihrer Lage festgehalten werden. Ferner darf der Ton nicht direkt mit der freien Öffnung des Glasrohres in Berührung treten, da er durch das in diesem enthaltene Wasser abgelöst und das Rohr verstopft würde. Zu diesem Zweck wurde das Glasrohr vorher durch eine feste, aber ebenfalls durchlässige poröse Substanz dicht verschlossen und erst hierauf die Schnittfläche des Sprosses mit Ton „aufgekittet“. Als Verschlußmittel diente mir zuerst weißer gebrannter Ton, wie er in Gestalt von Scheiben z. B. zum Trocknen von Kristallen im Laboratorium Verwendung findet, in den letzten drei Versuchen mit noch günstigerem Erfolge totes Coniferenholz *(Chamaecyparis).*

---

[1]) Solcher Ton ist z. B. bei jedem besseren Stukkateur erhältlich.

[2]) Eine Vorstellung von der Höhe des Überdrucks, der zum Hindurchtreten von Luft nötig ist, ergibt die kapillare Steighöhe für Wasser, deren Wert ja mindestens überwunden werden muß. Nach MITSCHERLICH (S. 192) ist mit Werten von 0,43—3,06 km d. h. ca. 31—225 Atm. bei verschiedenen Tonarten zu rechnen.

Das naheliegendste Verfahren, den zuerst genannten gebrannten Ton in Gestalt eines dünnen Scheibchens auf das Glasröhrenende aufzukitten, erwies sich leider als undurchführbar, da ich trotz vielen Bemühens keinen Kitt fand, der der späterhin nötig werdenden Dauerbehandlung mit kochendem Alkohol und kochendem Wasser widerstanden hätte. Schließlich griff ich auf die zwar etwas primitivere, jedoch brauchbare Verwendung von Kautschukschlauch zurück. Das Ton- und ebenso das Holzstück H[1]) wurden in die Form eines genau zylindrischen, ca $2\frac{1}{2}$ cm langen Stöpsels von gleicher Dicke wie das Glasrohr gebracht und mit ihm das überstehende

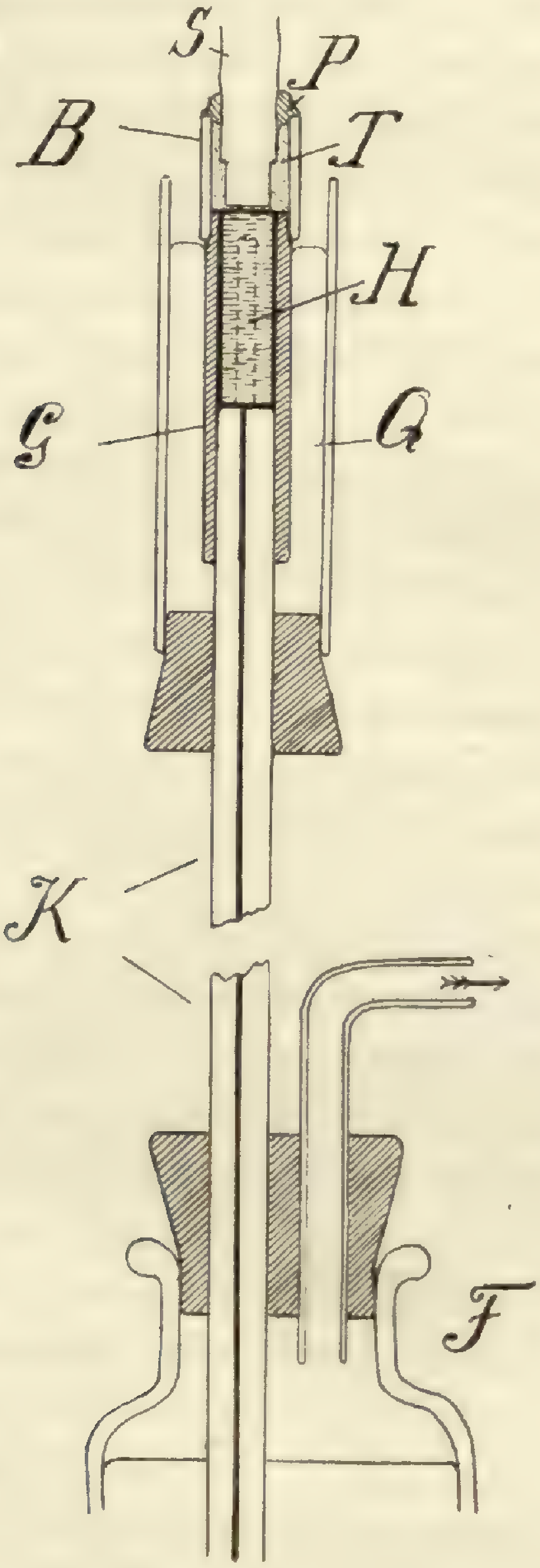


Abb. 1

---

[1]) Vergl. die Abbildung.

Ende eines über das Rohr gestülpten Stückes Kautschukschlauches G so verschlossen, daß der Stöpsel auf der einen Seite die Glasröhre direkt berührte, auf der anderen Seite genau mit dem Schlauch abschloß. Um den Tonstöpsel wasserdurchlässiger zu machen, wurde er von der Glasröhrenseite her ausgehöhlt (in der Figur punktiert gezeichnet); beim Holz war dies nicht nötig[1]).

Aus der beschriebenen Verschlußvorrichtung der Glasröhre, die sich übrigens in ihrer ganzen Anordnung eng an den von URSPRUNG konstruierten Apparat zum Nachweis der Kohäsion anlehnt, ergeben sich zwei wesentliche Vorteile: Der Apparat kann in allen seinen Teilen für den Versuch fertig vorbereitet werden, während die Pflanze selbst erst im letzten Moment aufgesetzt wird. Ferner ist es möglich, das von URSPRUNG (I, IV) ausgearbeitete Verfahren zur Verhütung von Unterbrechungen der Flüssigkeitssäule vollkommen für unsere Zwecke auszunutzen; ja ich werde bei der weiteren Beschreibung meiner Versuchsanordnung teilweise auf dessen ausführliche Darstellung verweisen und mich selbst auf ergänzende Bemerkungen beschränken können.

Mein Apparat zeigt folgende Ausführung: Ein möglichst an seinen Enden rund geschmolzenes Kapillarrohr K von ca. 0,6 mm lichtem Durchmesser und einer Länge von ca. 120—150 cm ist in vertikaler Stellung so angeordnet, daß die beiden Enden von je einer Klammer eines auf einem Tisch bzw. am Boden erschütterungsfrei aufgestellten Stativs gehalten werden. An seinem oberen Ende ist der oben beschriebene Verschluß aus Ton oder Holz angebracht. Zur Erhöhung der Dichtigkeit ist der Gummischlauch G mit mehreren Umschnürungen aus Bindfaden versehen, auch wurde meist eine Quecksilberdichtung Q, die wenigstens den größten Teil des Schlauches und dessen unteres Ende bedeckte, angewandt. Das untere Rohrende tauchte in ein weithalsiges Fläschchen F mit reinem, staubfreiem Quecksilber. Zur Beschleunigung und Erreichung höherer Leistungen erwies sich auch bei mir, wie aus der Tabelle auf Seite 627 hervorgeht, die Erniedrigung des Luftdrucks über dem äußeren Quecksilberspiegel als wichtiges Hilfsmittel. Es geschah dies durch Verschluß des Quecksilbergefäßes mittels eines doppelt durchbohrten Gummistopfens, durch dessen eine Öffnung das Kapillarrohr führte, durch dessen andere Öffnung eine Verbindung mit einer gut wirkenden Wasserstrahlpumpe und einem Manometer hergestellt war.

---

[1]) Das Holz wurde einfach aus einem entsprechend dick gewählten, frischen Ast herausgeschnitten und entrindet.

Die Befestigung der Pflanze, die, wie gesagt, den Abschluß der Versuchsvorbereitungen bringt, geschah folgendermaßen. Ein etwa 1—$1^1/_2$ cm langes Stückchen eines entsprechend weitlumig gewählten Glasrohres B wurde auf wenige Millimeter über das den porösen Verschluß enthaltende Ende des Gummischlauches gestülpt, so daß über diesem ein kleiner becherartiger Behälter entstand. Dieser wurde mit plastischem, möglichst weichem Ton unter Ausschluß von Luftblasen gefüllt. Alsdann wurde der Versuchszweig S in einer zweiten Klammer des oberen Stativs dicht über dem Tonbehälter in genau zentrischer Lage zum Kapillarrohr fixiert, und das Glasrohr nach vorübergehender Lösung der Klammern ganz allmählich gegen die Schnittfläche der Sproßachse gedrückt, bis die Stirnflächen fest aufeinander stießen[1]). Nur eine äußerst dünne Tonschicht bleibt zwischen ihnen zurück. Der überschüssige Ton wird dabei seitlich aus dem Becher herausgepreßt und mit einem Pinsel später sorgfältig entfernt. Zur Vermeidung unstatthafter Verdunstung wurde über den mit Ton T ausgefüllten Spalt zwischen Glas und Sproß ein Ring von Plastilina P gelegt. — Ergänzend sei noch folgendes bemerkt: Die sich berührenden Stirnflächen des Ton- bzw. Holzzylinders einer- und des Zweiges andererseits müssen natürlich genau senkrecht zur Längsachse stehen und vollständig geebnet sein; bei den Holzteilen hat dies mit einem sehr scharfen Messer zu geschehen. Die Durchmesser beider Teile sollen nicht wesentlich voneinander abweichen, auch empfiehlt es sich, die Rinde des transpirierenden Zweiges in der Nähe der Schnittfläche in Form eines schmalen Ringes abzulösen.

Den umständlichsten und zeitraubendsten Teil des ganzen Versuches bildet die Vorbehandlung des Kapillarrohres, die dahin zielt, dieses einschließlich des porösen Verschlusses vollkommen luftfrei zu machen und mit luftfreiem Wasser zu füllen. Nachdem von mir als brauchbar befundenen Verfahren URSPRUNGs wird das verschlossene Ende der Glasröhre zunächst in siedenden Alkohol, später in siedendes Wasser getaucht und durch Verbindung des offenen Endes mit der Luftpumpe beide Flüssigkeiten nacheinander solange durch den Apparat hindurchgesaugt, bis in jedem Falle keine Gasblasen mehr im Rohre zum Vorschein kommen. Für die Behandlung mit siedendem Alkohol stellte ich mir, wie dort angegeben, Wasserbad, Blechgefäß und Rückflußkühler zusammen[2]) Die Verwendung von Holz als Abschluß macht übrigens eine besondere Vorbehandlung mit kochendem Alkohol notwendig, um Wachs und fettartige Substanzen, die das Kapillarrohr etwa verstopfen könnten, aus diesem zu extrahieren. (URSPRUNG IV, S. 254.) Das siedende Wasser befand sich in einem Glaskolben; zwecks Entlüftung hatte es wenigstens zwei Stunden lang vorher gekocht. Bei meinen letzten Versuchen habe ich die Entlüftung des Apparates als ausreichend angesehen, wenn nach vorübergehendem Abstellen und ganz allmählichen Wiedereinschalten der Pumpe bis zur vollen Leistung die übliche Dampfbildung im unteren Ende des Rohres für etwa 1—2 Minuten unterblieb, sofern Erschütterungen vermieden wurden.

---

[1]) Die umgekehrte Handhabung: Hineindrücken der Sproßachse bei fixiertem Glasrohr ist natürlich ebenfalls anwendbar, doch wegen der meist unregelmäßigen Form der ersteren nicht so bequem.

[2]) Bei nur geringen Ansprüchen kann die Alkoholbehandlung wohl fortgelassen werden; Zeitersparnis wird aber dadurch kaum gewonnen.

Die Wirkung des Durchsaugens der luftfreien Flüssigkeiten ist natürlich um so günstiger, je schneller und in je größerer Menge sie das Rohr bzw. den porösen Verschluß passieren. In diesem Sinne wirkt abgesehen von den schon von URSPRUNG hervorgehobenen Vorteilen z. B. auch die hohe Temperatur mit; bei niederer Temperatur ist die Saugwirkung erheblich geringer. So erklärt es sich offenbar auch, daß mit einem Verschluß aus Coniferenholz durchschnittlich günstigere, zum mindesten bequemere Resultate erzielt wurden als mit gebranntem Ton. Der erheblich größere Filtrationswiderstand des letzteren verzögert den Entlüftungsvorgang merklich; dieser ist bei gleicher Zeit nicht so wirksam wie beim Holz, das ja nur geringen Widerstand bietet. Ich kann die Anwendung des letzteren daher nur empfehlen. Die von URSPRUNG gelegentlich beobachteten Störungen infolge von Rissen im Holz sind in unserem Falle wohl kaum von Bedeutung.

Ist die Saugung beendet, so wird das Wasser rasch abgekühlt, die Pumpe abgestellt und das Rohr in das Quecksilber getaucht. Hierzu sind einige Handgriffe nötig, die leicht ein Mißlingen des ganzen Versuches durch Eintritt von Luftbläschen in das Rohr mit sich bringen können. Da URSPRUNG diesen Teil des Versuchs sehr kurz behandelt, möchte ich zur Vermeidung ärgerlicher Enttäuschungen hierauf etwas näher eingehen. Zwischen Kapillarrohr und Pumpenschlauch ist ein kurzes etwa 20 cm langes Stück Glasrohr von weiterem Lumen, das ich vorsichtshalber in seiner oberen Hälfte noch etwas kugelig aufgeblasen hatte, einzuschalten. Dieses Rohr muß bei Abschluß der Saugung zum größeren Teil mit Wasser gefüllt sein — bei engerem Lumen würde es durch Blasenbildung meist herausgeschleudert werden —. Mehrmalige Entleerung während des Saugens hat ferner zu verhüten, daß störende Alkoholreste der Vorbehandlung im Rohr zurückbleiben. Nach Entfernung des Pumpenschlauches werden die beiden, durch ein kurzes Schlauchstück zusammenhängenden Glasröhren innerhalb eben dieses Schlauches vorsichtig so weit von einander entfernt, bis sie sich nach oben U-förmig aufrichten und gemeinsam in das Quecksilbergefäß eintauchen lassen. Der Wasserüberschuß im Rohr hat hierbei den Zutritt von Luft zu verhindern. Unter Drehen läßt sich nunmehr das Kapillarrohr leicht unter dem Quecksilber von dem Schlauch und dem Hilfsrohr trennen. Zur bequemeren Handhabung hatte ich vorher das in der definitiven Anordnung am Fußboden stehende Stativ mit dem Quecksilberfläschchen auf den Laboratoriumstisch gestellt; eine zweite Klammer an ihm hielt das Kapillarrohr in seiner Vertikalstellung provisorisch fest.

Die letzten Handgriffe zur Fertigstellung der Versuchsanordnung bedürfen weiter keiner Erläuterung. Nachtragen möchte ich nur noch, daß die äußere Stirnfläche der Holzverschlüsse noch vor dem Aufrichten des Kapillarrohrs in die Vertikale mit etwas Ton bestrichen wurde, um ein Eindringen von Luft in die angeschnittenen Tracheiden möglichst zu verhindern. Ähnlich verfuhr ich bisweilen auch mit den Schnittflächen der Versuchszweige, sobald sie aus dem Wasser der Aufbewahrungsgefäße zum Zweck weiterer Verwendung herausgenommen wurden.

Mißerfolge habe ich seit Beachtung dieser Regeln nicht mehr gehabt. Auch glaube ich, daß der ganze Versuch sich unter gewissen Voraussetzungen sehr wohl zu Demonstrationszwecken eignet. Vermutlich läßt sich nämlich der bis auf das Anbringen der Pflanze fertig vorbereitete Apparat stundenlang oder selbst von einem zum anderen Tage in gebrauchsfähigem Zustande erhalten, wenn das obere Rohrende mit einer Glaskappe bedeckt wird.

Der Verlauf der Versuche war folgender. Meist schon innerhalb von 15—20 Minuten, vereinzelt allerdings auch später, wurde im Kapillarrohr der Quecksilberfaden über dem äußeren Spiegel sichtbar. Wenn er eine Höhe von 3—4 cm erreicht hatte, wurde die Pumpe, soweit deren Benutzung vorgesehen war, allmählich angestellt. Zunächst trat Verzögerung oder Stillstand, ja bisweilen sogar vorübergehendes Sinken des Meniskus ein. Letzteres schadet an und für sich nicht, darf aber ein gewisses Maß nicht überschreiten, da sonst der Eintritt von lufthaltigem Wasser in das Rohrinnere von der Pflanze her befürchtet werden muß. Wenn nötig, muß die Pumpensaugung vorübergehend abgeschwächt und dann allmählich wieder bis zur vollen Leistung gesteigert werden. Meist ist jedoch dieser Übergang bereits in wenigen Minuten überwunden. Nunmehr wird die Steiggeschwindigkeit lebhafter; der höchste von mir beobachtete Wert betrug 3,6 cm pro Minute. Nach ca. 1—2$^1/_4$ Stunde findet der Versuch für gewöhnlich sein Ende[1]). Dieses erfolgt ganz unvermittelt, ausnahmsweise nach kurzer Verzögerung der Meniskusbewegung, und zwar durch Zerreißen der Flüssigkeitssäule. Die Rißstellen befinden sich an den verschiedensten Stellen der Kapillare sowohl im Wasser als auch mit besonderer Vorliebe im Quecksilber, wie dies auch URSPRUNG beobachtet hat.

Für die einzelnen Ablesungen markierte ich den jeweiligen Stand des Quecksilbermeniskus mit Hilfe von angeklebten Papierstreifchen, die mit Zeitangabe versehen waren und später genau ausgemessen wurden. Erschütterungen des Apparates sind hierbei, wie überhaupt, aufs sorgfältigste zu vermeiden. Daß namentlich die ersten Beobachtungen infolge der tiefen Lage in der Nähe des Fußbodens nicht gerade bequem waren, ließ sich leider nicht vermeiden. Bei höherer Anordnung des Ganzen wäre abgesehen von anderen Unbequemlichkeiten in der Handhabung, Mangel in der notwendigen Beleuchtung der Zweige eingetreten. Letztere erfolgte übrigens durch ein nach Süden gehendes Fenster, wobei jedoch direkte Sonnenbestrahlung der Zweige und des Apparates vermieden wurde.

Abgesehen von der in kurzen Zeiträumen wiederholten, direkten Feststellung des Standes der Quecksilbersäule sind noch weitere ergänzende Beobachtungen und Berechnungen nötig. Gegebenenfalls mußte bei jeder einzelnen Markierung der Wirkungsgrad der Luftpumpe festgestellt werden. Bei den ersten zwei Versuchen dieser Art (Nr. 2 und 3 der Tabelle 1) begnügte ich mich mit einem genau gehenden Vacuummeter nach BOURDON, das direkt die Differenz zwischen Außen- und Innendruck abzulesen gestattete. Fehler von wenigen Millimetern mögen hier wohl nicht ganz ausgeschlossen sein. In allen späteren Versuchen wurde dagegen ein Quecksilbermanometer in Verbindung mit einem genau gehenden Quecksilberbarometer benutzt. Ersteres war mit einem ihm als Fuß dienenden ca. ½ Liter enthaltenden Glasgefäß verbunden (nach CLAISEN). Hierdurch wurden vorübergehende Schwankungen in der Pumpenleistung so ausgeglichen, das eine häufigere Kontrolle namentlich kurz vor und nach einer Ablesung am Rohr für genauste Angaben genügten. Übrigens waren die Schwankungen nach längerem Gange der Pumpe ganz minimal. Schließlich war noch eine, in der folgenden Tabelle als besondere Spalte aufgeführte Korrektion der gefundenen Werte nötig durch Berücksichtigung des Druckes der Wassersäulen im Kapillarrohr und evtl. über dem äußeren Quecksilberspiegel, ferner der Kapillardepression am Quecksilber-Wassermeniskus in der Kapillare, deren Wirkung nach experimenteller Feststellung für die verwandten Glasröhren auf 1,8 bzw. 2 cm Quecksilber zu veranschlagen war.

---

[1]) Die Versuche ohne Pumpe dauern länger.

Tabelle 1.1)

		Länge der Hgsäule	Pumpenwirkung	Korrektion	Gesamtleistung	Barometerstand	Versuchsdauer
1	*Chamaecyparis pisifera f. squarrosa*	102,5	—	4,9	107,4	75,1	$3^{3}/_{4}$
2	„ „ „ „	59,1	70.5	7,8	137,4	75,1	$2^{1}/_{4}$
3	„ „ „ „	50,0	69,0	8,8	127,8	74,6	$1^{1}/_{4}$
4	*Thuja gigantea*	103,3	—	5,0	108,3		$3^{3}/_{4}$
5	*Chamaecyparis pisifera*2)	88,9	73,3	5,3	167,5	75,0	$1^{3}/_{1}$
6	„ „	67,5	73,0	6,9	147,4	74,5	$2^{3}/_{4}$
7	*Syringa vulgaris*	59,2	73,5	7,5	140,2	75,1	1

Wenden wir uns nunmehr den Resultaten selbst zu. In der Tabelle 1 sind sämtliche von mir zu Ende geführte Versuche in der Reihenfolge ihrer Ausführung zusammengestellt. Ihre Zahl

---

1) In der ersten Spalte sind die direkt abgelesenen Steighöhen des Quecksilbers im Kapillarrohr verzeichnet. Ein Strich in der zweiten Spalte bedeutet, daß die Luftpumpe nicht mitgewirkt hat; die Zahlen geben hier die Differenz zwischen Atmosphärendruck und Druck über dem unteren Quecksilberspiegel an. Übrigens erklärt sich die stärkere Pumpenwirkung in den drei letzten Versuchen durch Verwendung eines besseren Stopfens für das Quecksilbergefäß. In der dritten Spalte ist die im Text erwähnte Korrektion verrechnet, sie hat stets ein +Vorzeichen. Die vierte Spalte enthält die Gesamtleistung der Saugkraft der Pflanze, die fünfte den Barometerstand (im Versuch 4, der ja wenig instruktiv ist, war die Barometeraufzeichnung aus Zufall unterblieben, der Stand war etwa 75). Sämtliche bis hier angeführten Zahlenangaben bedeuten die Höhen von Quecksilbersäulen in cm.

In der letzten Spalte ist die Zeitdauer der Versuche vom Moment der Befestigung der Pflanze am Apparat an in Stunden wiedergegeben.

2) Normalform.

ist zwar nicht groß, doch vollkommen genügend, um die zu erzielenden Durchschnittsleistungen zu veranschaulichen. In den letzten drei Versuchen kommt übrigens auch der Fortschritt in der Methodik deutlich zum Ausdruck, wie überhaupt die vorhergehenden Versuche mehr den Charakter von Probeversuchen haben. Die gefundenen Zahlen übertreffen, wenn wir von den Versuchen ohne Mitwirkung der Pumpe absehen, die bisher bekannten Werte recht erheblich. Zweifellos sind aber bei größerer Ausdehnung der Versuche und entsprechender Übung noch höhere Werte zu erwarten, und es spricht nichts dagegen, daß der unter „Dutzenden von Versuchen“ von URSPRUNG auf rein physikalischem Wege erreichte Maximalwert von 206 cm auch von der Pflanze in unserem Apparat geleistet werden kann. Zu berücksichtigen ist

Tabelle 2.[1])

Versuch 5		Versuch 7	
Abstand der Ablesungen in Minuten	Steiggeschwindigkeit pro Minute	Abstand der Ablesungen in Minuten	Steiggeschwindigkeit pro Minute
4	0,75	5	0.62
3	1,—	5	0,7
3	1,—	5	0,94
2	1,—	5	1,06
2	1,3	3	1,07
2	1,1	3	1,1
2	1,35	3	1,17
2	1,45	3	1,2
2	1,35	4	1,25
2	1,6	3	1,3
2	1,7	3	1,17
2	2,3	3	1,47
2	2,55	3	1,5
1	3,6	Schluß	
1	2,9		
2	1,2		
2	1,25		
2	1,1		
4	1,2		
2	1,1		
2	1,1		
6	1,—		
2	1,—		
4	1,—		
2	1,15		
Schluß			

---

[1]) Die Tabelle des Versuches 5 *(Chamaecyparis pisifera)* umfaßt den Abschnitt von 95—167,5 cm korrigierter Steighöhe des Quecksilbers, die des Versuchs 7 *(Syringa)* einen solchen von 92,4—140,2 cm Beide reichen bis zum Versuchsschluß. Die Werte für die Steiggeschwindigkeit gelten stets für die nebenstehende Minutenzahl, die ihrer Berechnung zugrunde gelegt war.

nämlich, daß nicht die Saugkraft der Pflanze, sondern die Mängel des Apparates am Schlusse versagten. Die Pflanze saugte mit einer noch zu besprechenden Ausnahme bis zuletzt kräftig weiter, als die Flüssigkeitsfäden im Innern des Apparates zerrissen. Lehrreich sind die Werte für die Steiggeschwindigkeit des Quecksilbermeniskus pro 1 Minute, die sich aus den Einzelbeobachtungen berechnete und an zwei Beispielen in der Tabelle 2 zusammengestellt habe. Sehen wir von den sich notwendiger Weise ergebenden Unregelmäßigkeiten und die anfängliche Zunahme der Steiggeschwindigkeit im Beginn der Versuche ab und lassen wir die stets vorkommenden Schwankungen innerhalb kleiner Zeiträume[1]) außer Betracht, so ergibt sich folgendes Bild: Versuch 3 und 7 zeigen eine deutliche Steigerung der Steiggeschwindigkeit bis zum Schluß, wo das Maximum mit 1,2 bzw. 1,5 cm liegt. Versuch 1, 2 und 4 zeigen überhaupt keine wesentliche Veränderung oder nur ganz undeutliche Steigerung. Anders verläuft Versuch 5 (vergl. Tabelle 2). In einer halben Stunde steigt die Geschwindigkeit von 0,75—3,6 cm pro Minute, während der berichtigte Quecksilberstand sich auf 132 cm erhöhte. In den nächsten paar Minuten sinkt sie aber, um dann bis zum Schluß auf annähernd gleicher Höhe zu bleiben. Eine ziemlich ähnliche, aber viel flachere Gipfelkurve zeigt Versuch 6, der aber insofern eine Ausnahme darstellt, als hier, wie schon oben angedeutet, in den letzten 10 Minuten die Steiggeschwindigkeit ganz rapide von 0,82 auf 0,1 cm herabsank. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß hier als Vorboten für das sichtbare Zerreißen der Flüssigkeitssäule Störungen innerhalb der Verbindung zwischen Pflanze und Apparat stattgefunden hatten.

Am wichtigsten ist nunmehr die Frage, welche Bedeutung den gefundenen Resultaten für das Problem des Saftsteigens zukommt. Ich kann wohl darauf verzichten, das ganze umfangreiche Problem hier in seinen Einzelheiten aufzurollen[2]) und werde mich daher gleich dessen augenblicklichem Kernpunkt, nämlich der Kohäsionsfrage zuwenden. In unserm Falle, wo wir von der Basis eines transpirierenden Sproßteiles eine Saugkraft von nachweislich mehr als 2 Atmosphären negativer Spannung ausgehen sehen, kann es nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die Kohäsion der Flüssigkeit eine ausschlaggebende Rolle bei der Kraftübertragung gespielt hat[1]). Die Frage ist nur, ob die von uns im Experiment gefundenen Resultate auch für die Verhältnisse intakter Pflanzen Gültigkeit haben. Bejahendenfalls wäre dann für die extremen Vertreter der Kohäsionstheorie, zu denen ich RENNER zähle, das Saftsteigeproblem allerdings nur von Neuem in ihrem Sinne entschieden, da sie ja theoretisch und wie RENNER „bewiesen“ zu haben glaubt, auch praktisch mit noch wesentlich höheren Saugkräften in der Pflanze rechnen können. Die Gegner der Kohäsionstheorie, ich nenne in erster Linie URSPRUNG, bestreiten dagegen überhaupt die Möglichkeit von solchen Kohäsionswirkungen in der intakten Pflanze, weil zusammenhängende Flüssigkeitssäulen in ausreichendem Maße nur selten bestehen sollen, zum mindesten infolge des Luftgehaltes des Saugwassers durch erneute Blasenbildung zerstört würden, sobald die negative Spannung sich dem Wert einer Atmosphäre nähert. Für sie kommen im Stamm besondere Kräfte in Frage, die meist mit der Tätigkeit lebender Zellen in Verbindung gebracht werden. Kennzeichnend für die Auffassung URSPRUNG's (I S. 411) ist, daß nach seinen Versuchen die Saugkraft eines transpirierenden Zweiges noch nicht einmal den Widerstand einer entgegen wirkenden Wasserstrahlpumpe d. h. also noch nicht eine volle Atmosphäre zu überwinden befähigt sein soll[2]), während er auf der anderen Seite es nicht nur für möglich hält, sondern auch experimentell zu erweisen sucht, daß unter gewissen künstlichen Voraussetzungen höhere Saugleistungen vorkommen, wenn durch sie die Möglichkeit für Kohäsionswirkungen geschaffen wird[3]). Es läßt sich nicht leugnen, daß dies bei den eingangs erwähnten Versuchen BOEHM's, URSPRUNG's und neuerdings auch JOST's tatsächlich der Fall ist. In diesem Sinne kamen nämlich als Vorbehandlung in Frage: Auskochen der ganzen Sproßachse oder von Teilen von ihr (BOEHM, URSPRUNG), Abschneiden der lebenden Sprosse unter luftfreiem abgekochtem Wasser, womöglich nach vorheriger Einschränkung der Transpiration durch Umhüllung mit nassen Tüchern (URSPRUNG), oder Injektion luftfreien Wassers (JOST). Sollen demnach Versuche dieser Art beweisend sein, so ist es nötig, neben der gemessenen Kraftleistung die Vorbehandlung und Beschaffenheit des lebenden Objektes zu berücksichtigen. Hierauf habe ich nun in den beschriebenen Versuchen mein Augenmerk besonders gerichtet und möchte jetzt darauf näher eingehen.

---

[1]) Da an den wichtigeren Stellen der Versuche die große Mehrzahl der Ablesungen in Abständen von 2—3 Minuten vorgenommen wurde, dürften bisweilen kleine Beobachtungsfehler für Schwankungen der Steiggeschwindigkeit mit verantwortlich zu machen sein Größere Übersichtlichkeit und Genauigkeit wird erzielt, wenn man der Berechnung größere Zeitabstände etwa von 6—9 Minuten zugrunde legt, wie ich es zum Vergleich auch getan habe.

[2]) Zur Orientierung sei auf JOST (I) verwiesen, wo auf S 86 auch die Literatur über die wichtigsten, zusammenfassenden Darstellungen angegeben ist.

---

[1]) Die praktisch von ihr bis jetzt kaum trennbare, jedoch nicht minder wichtige Adhäsionswirkung sei nebenbei erwähnt.

[2]) Über die Beweiskraft dieser und ähnlicher Versuche anderer Autoren ist man übrigens recht verschiedener Ansicht (vergl. JOST II S. 38).

[3]) URSPRUNG (II S. 405) glaubt dabei aus dem Gang des steigenden Quecksilbermeniskus sogar das Zerreißen der Flüssigkeitsfäden im Innern der Pflanze herauslesen zu können.

Um mit möglichst einfachen Verhältnissen rechnen zu können, habe ich, wie auch andere Autoren, hauptsächlich mit Coniferen gearbeitet; nur ein Versuch wurde mit *Syringa* durchgeführt. Ich halte es in Bezug auf unser Problem für wichtig, einen schärferen, wenn auch vielleicht nur vorläufigen Unterschied zu machen zwischen Pflanzen, deren Holzteil relativ homogen ist und im wesentlichen nur Tracheiden als Leitelemente enthält, und solchen, deren Holz darneben oder allein Tracheen aufweist. Der zweite Fall bringt stets eine Komplikation des Problems mit sich; dies wird auch aus meinem *Syringa*versuch hervorgehen, obwohl die Saugleistung die gleiche war.

Die Vorbehandlung der Zweige war mit Ausnahme des gesondert zu besprechenden *Syringa*versuches folgende. Ohne jede Vorkehrung wurden sie im Freien (Bot. Garten) abgeschnitten und im Institut bis zu ihrer Verwendung mit ihrem unteren Ende in ein Gefäß mit frischem oder schon längere Zeit bis tagelang an der Luft stehendem Leitungswasser gestellt. Die weitere Verwendung erfolgte für gewöhnlich innerhalb der nächsten Stunde[1]). Zu Herstellung einer geeigneten Schnittfläche wurden die Zweige unter eben solchem Wasser um einige Zentimeter gekürzt und die Schnittflächen geglättet. In gleicher Weise enthielt der zur Verbindung mit dem Apparat benutzte plastische Ton reichlich gelöste Luft: Er war in einer flachen Glasschale mit lose aufliegendem Deckel in Form von kleinen Flocken in dünner Lage wochenlang aufbewahrt und mit gewöhnlichem Leitungswasser angerührt worden. Die einzige Möglichkeit des Eintrittes völlig luftfreien Wassers war nur während des Versuches selbst gegeben.

---

[1]) Beispielsweise wurde der Zweig des Versuches 2 nach $^1/_2$ Stunde, der des Versuches 3 ohne jeden Verzug verwandt. Im letzteren Falle handelte es sich um einen Ersatz eines bereits im Apparat befestigt gewesenen Zweiges, dessen anfängliche Saugleistung ungenügend erschien.

Wie aber dessen Menge selbst im Höchstfalle d. h. in den Versuchen 1 und 4 mit den längsten Quecksilberfäden oder dem Versuch 5 mit maximaler Saugleistung bis zum Versuchsschluß noch nicht $^1/_3$ ccm erreichte, war sie bis zu dem kritischen Moment der Überschreitung des Barometerstandes praktisch meist ganz zu vernachlässigen. Sobald nämlich bei 3—4 cm Steighöhe des Quecksilbers die Pumpe eingeschaltet bzw. voll in Tätigkeit gesetzt wurde — bekanntlich konnte dabei die Steighöhe sich vorübergehend verringern — war nach genauer Berechnung noch nicht einmal 0,02 ccm Wasser in die Pflanze eingedrungen, während die vollberechnete Saugleistung bereits 85 cm Quecksilber betrug, also um ca. 10 cm den Barometerstand übertraf. Von Veränderungen des Innern der Sproßachse zu Gunsten einer Kohäsionswirkung kann also bei meinen Versuchen nicht die Rede sein. Wären vorher noch keine Unterbrechungen der Flüssigkeit in Gestalt von Luftblasen vorhanden gewesen, so hätten solche durch die Zuführung lufthaltigen Wassers bei entsprechend hoher Zugwirkung sofort auftreten müssen oder können. Daß sie aber schon vorhanden waren, ist mit Rücksicht auf die Jahreszeit — Mitte Mai bis Juli — ziemlich sicher[1]).

In Bezug auf das eben Erörterte ist übrigens ein Vergleich der Versuche 5 und 6 ganz lehrreich, obwohl er kaum etwas direkt Neues besagt. Beide Versuche wurden mit demselben Zweig und derselben Kapillare — das zweite Mal nach vollkommen neuer Vorbereitung — ausgeführt, während der Zweig in der Zwischenzeit von drei Tagen in gewöhnlichem Leitungswasser gestanden hatte. Die Versuche verliefen ziemlich gleichartig (vergl. das auf S. 629 gesagte), nur stieg das Quecksilber im zweiten Falle langsamer; offenbar war vor allem das herrschende Regenwetter für eine geringere Transpiration verantwortlich zu machen. Auffallend verschieden war aber der Beginn der Versuche. Als bei dem zweiten Versuch die Pumpe in der üblichen Weise eingestellt wurde, sank der Quecksilbermeniskus so anhaltend, daß ihre Tätigkeit wiederholt für kurze Zeit ganz unterbrochen werden mußte. Erst ganz allmählich konnte dann in längeren Etappen ihre Wirkung bis wieder zur vollen Tätigkeit gesteigert werden. Ohne diese Vorsicht wären erhebliche Mengen des im Stamm gespeicherten Wassers in den Apparat übergetreten und hätten den Versuch zum Scheitern gebracht. Im ersten Versuch vollzog sich der Übergang zwar nicht besonders schnell, doch bot er nichts besonderes. Die Erklärung ist zweifellos folgende. In der Ruhepause hatte sich der Zweig mit Wasser gesättigt, indem die vorhandenen Luftblasen unter Ausgleich ihrer Spannung und unter der kapillaren Mitwirkung der sie begrenzenden Menisken sich verkleinerten oder z. T. ganz verschwanden. Die Tätigkeit der Luftpumpe stellte zunächst den früheren Zustand wieder her, indem unter Neubildung oder Ausdehnung schon vorhandener Luftblasen das überschüssige Wasser

---

1) Die drei letzten Hauptversuche fanden sämtlich im Juli statt.

zunächst durch Transpiration beseitigt wurde. Die Pumpensaugung von ca. 73 cm Quecksilber genügte also, um eine Unterbrechung der Flüssigkeitsfäden im Stamminnern zu schaffen oder mindestens zu verstärken, sie genügte aber nicht, um alle Zusammenhänge zu zerstören[1]) und damit die Kohäsionswirkung auszuschalten. (Vergl. S. 630. Anm. 2.)

Aus diesen Versuchen läßt sich übrigens noch der Schluß ziehen, daß die Aufnahme gewöhnlichen Leitungswassers, wie er im gewissem Grade bei allen meinen Versuchen stattfand, nicht etwa erst eine Kohäsionswirkung ermöglichte oder begünstigte. Im Versuch 6 hätte ja dann erst recht die Saugwirkung gegenüber dem Versuch 5 beschleunigt eintreten müssen.

Was den Syringaversuch anbelangt, so verlief er in genau der gleichen Weise wie die Coniferenversuche, nur in einem Punkte wich die Vorbehandlung von jenen ab, insofern als nämlich der Zweig nicht in Luft, sondern unter frischem Leitungswasser abgeschnitten worden war. Dies hatte naturgemäß zur Folge, daß etwas größere Wassermengen vorher in den Zweig gelangten. Da dieses aber stark lufthaltig war, so kann auch hier von einer etwaigen Behinderung der Blasenbildung oder Begünstigung der Kohäsionswirkung nicht gesprochen werden. Allerdings bezweifle ich, daß ohne diese übliche Vorkehrung der Versuch gelungen wäre; mindestens hätte er sich nach allgemein bekannten Erfahrungssätzen zu urteilen, unter starkem Welken der Blätter ungebührlich lange hingezogen. Ungünstige Erfahrungen, die ich bei anderer Gelegenheit machte, schreckten mich von vornherein von Probeversuchen in dieser Richtung ab. Für die von mir zu ziehenden Schlußfolgerungen halte ich, wie schon gesagt, die beschriebene Abweichung für belanglos. Welche Bedeutung der Veränderung des Gefäßinhaltes sonst für das Saftsteigeproblem zukommt, läßt sich zurzeit nicht voraussagen.

Zusammenfassend glaube ich somit als endgültiges Resultat meiner Versuche den unanfechtbaren Nachweis erbracht zu haben, daß unter den normalen Bedingungen des Saftsteigens in der Pflanze die Kohäsion als Übertragungsmittel der von den transpirierenden Organen ausgehenden oder sonst etwa noch in der Pflanze wirkenden Saugkräfte eine wichtige Rolle spielt und zwar selbst dann, wenn diese Kräfte den Wert von 2 Atmosphären negativer Spannung übertreffen.

---

[1]) Weshalb eine völlige Unterbrechung der Flüssigkeitsfäden unterbleibt, ist eine der vielen Fragen, die sich zurzeit nicht einwandsfrei beantworten lassen. Die Annahme mancher Autoren (DIXON S. 42, HOLLE S. 121), daß nur ein Teil der Tracheiden Luftblasen enthalten soll, erscheint vorläufig wenig glaublich. Andererseits wird zweifellos eine völlige Verdrängung des Wassers durch die Luftblasen dadurch verhindert, daß die sie begrenzenden Menisken mit dem Eintritt in die zugespitzten Enden der Tracheiden eine Erhöhung ihres kapillaren Widerstandes erfahren. Inwieweit dabei aber ein genügender Zusammenhang der Flüssigkeitsfäden gewahrt bleibt, ist eine andere Frage.

In welchem Verhältnis steht nun diese Erfahrung zu der Kohäsionstheorie und den Anschauungen ihrer Gegner? Zweifellos bilden die beschriebenen Versuche zunächst eine wesentliche Stütze für die Kohäsionstheorie. Die Möglichkeit von Kohäsionswirkungen ist ja offenbar im Stamminneren, wie dies auch die neuesten Beobachtungen HOLLE'S erwarten lassen, eine ganz andere als in Glasröhren, die bisher zum Vergleich gedient hatten. Zugunsten dieser Theorie spricht z. T. auch das, was hiernach über die Größenverhältnisse der Saugkräfte vorausgesagt werden kann. Aus dem Verlauf unserer Versuche läßt sich ohne weiteres folgern, daß die gefundenen Höchstwerte von über zwei Atmosphären zweifellos in der Natur noch wesentlich übertroffen werden; es trat ja noch nicht einmal eine auffälligere, im Verhältnis zu der höheren Kraftleistung stehende Abnahme der Wasserförderung ein. Weiterhin mag hinzugefügt werden, daß ich nach der angekündigten zweiten Methode auch größere Saugkräfte nachzuweisen gedenke, die zwar die von RENNER behaupteten Zahlenangaben nicht erreichen, immerhin aber jene nicht als unmöglich erscheinen lassen.[1])

Auf der anderen Seite stehe ich trotzdem aber auch jetzt noch, ähnlich wie JOST (II, S. 54), auf dem Standpunkt, daß die Kohäsionstheorie noch ziemlich weit entfernt davon ist, wirklich bewiesen zu sein. Abgesehen von der Frage, ob selbst stärkere Saugkräfte wirklich ausreichen, um die allerdings noch problematischen Filtrationswiderstände selbst hoher Baumstämme zu überwinden, ist es bekanntlich immer noch unsicher, ob mit Hilfe der Kohäsion der Pflanze auf die Dauer genügend Wasser zugeführt werden kann.

Zu einer vorläufigen Orientierung über diese Frage, die kürzlich von JOST (II, S. 29) allerdings noch ohne entscheidende Ergebnisse für höhere negative Spannungen in Angriff genommen wurde, habe ich als Parallele zu den oben beschriebenen Versuchen

---

1) Zur Orientierung sei hier nur bemerkt, daß diese Methode auf der Verwendung künstlicher, anorganischer Filtrationswiderstände von bestimmten, physikalischen Eigenschaften beruht, die mittelst des hier beschriebenen Verfahrens zwischen Pflanze und einem Potetometer eingeschaltet sind. Die bis jetzt nachgewiesenen Saugleistungen sind mehrmals so groß wie die hier beschriebenen.

ein paar Transpirationsmessungen vorgenommen. Entsprechend den Hauptversuchen wurden Zweige von möglichst gleicher Größe und Transpirationsfläche, die denselben Pflanzenindividuen an gleicher Stelle entnommen waren, unter denselben Bedingungen der Transpiration überlassen[1]). Ihre unteren Enden tauchten in kurze Probierröhrchen, die Wasser enthielten und deren Mündung mit Plastilina verschlossen und dadurch gleichzeitig am Sproß befestigt waren. Durch Wägung wurde der Gewichts- d. h. Transpirationsverlust innerhalb von etwa drei Stunden bestimmt und pro Minute umgerechnet. Benutzt wurden je ein *Thuja-* und *Chamaecyparis-* und drei *Syringa*zweige, welch letztere übrigens in ihrem Verhalten gut übereinstimmen, da ihre Transpirationswerte noch nicht um 6 % voneinander abwichen[2]). Auf der anderen Seite war für die Hauptversuche durch Berechnung aus dem jeweiligen Stande der Quecksilbersäule im Kapillarrohr nach vorheriger genauer Ausmessung des Rohres mittelst der bekannten Quecksilberwägemethode die Wasseraufnahme in der gleichen Zeiteinheit festgestellt worden. Das Resultat war, daß selbst im Moment des schnellsten von mir überhaupt beobachteten Steigens der Quecksilbersäule in Versuch 5 die Wasseraufnahme nur die Hälfte des nach den Kontrollzweigen zu erwartenden Transpirationsverbrauchs ausmachte. Noch ungünstiger war das Verhältnis in allen anderen Fällen, sei es im Augenblick maximaler Steiggeschwindigkeit, sei es gegen Schluß der Versuche, wo die Kraftleistung am größten war. Das Verhältnis von Wasseraufnahme zur Wasserabgabe betrug bei *Thuja gigantea* ca. $^1/_3$ bei *Chamaecyparis pisifera* (Versuch 6 und Versuch 5 zum Schluß) $^1/_6$—$^1/_8$, bei *Syringa* $^1/_7$. Nun braucht allerdings nicht erst hervorgehoben zu werden, daß die Zahl und die Art der Versuche für genaue Berechnungen kaum ausreicht. Mit Rücksicht auf die sehr große Anpassungsfähigkeit und Abhängigkeit der Pflanze in Bezug auf äußere Faktoren ist diese Frage überhaupt gar nicht so leicht und schnell zu beantworten. Vielleicht ist auch in den Kontrollversuchen entsprechend der immerhin erleichterten Wasseraufnahme die Wasserabgabe eine etwas größere gewesen als unter gleichen Umständen im Freien[3]). Schließlich dürfte der Filtrationswiderstand des Tones und evtl. des Tonstöpsels (das Holzstück kann natürlich ganz vernachlässigt werden) die Wasseraufnahme etwas erschwert haben; erheblich ist jedoch der Einfluß speziell des ersteren sicher nicht. Aber selbst unter allen diesen Einschränkungen dürfte aus den Versuchen ein augenscheinliches Mißverhältnis zwischen Leistung und Bedürfnis der Wasserversorgung hervorgehen, das für die Kohäsionstheorie nicht ganz ohne Bedenken ist[1]). In meinen Hauptversuchen brauchte dieses Mißverhältnis allerdings nicht ohne weiteres sichtbar zu werden: Den Coniferenzweigen war, wie zu erwarten, nichts anzusehen, der *Syringa*zweig zeigte nur Anzeichen eines schwachen Welkens, was bei der außergewöhnlich kurzen Versuchsdauer von nur einer Stunde übrigens verständlich, aber immerhin als solches bemerkenswert ist. Eine gewisse Unterstreichung erfährt aber das oben Gesagte noch dadurch, daß bei den wesentlich höheren Saugleistungen meiner später zu beschreibenden Versuche[2]) die verwandten Laubzweige sogar recht deutlich welkten, und ferner auch RENNERS (I, S. 215) Versuche, sofern wirklich höhere Leistungen vorlagen, im allgemeinen eine ungenügende Wasserversorgung mit sich brachten.

---

[1]) Wie früher fanden die Versuche im Laboratorium statt.

[2]) Die Abschätzung der Größenverhältnisse war demnach ziemlich gut getroffen.

[3]) Zum Ausgleich war übrigens den Versuchszweigen etwas weniger Wasser geboten worden, als sie wirklich hätten aufnehmen können, so daß die Röhrchen bereits vor Beendigung des Versuches geleert waren.

Für die im Vergleich zur Kontrolle zu geringe Leistungsfähigkeit der Wasserförderung in meinen Hauptversuchen eine Erklärung zu finden, würde allerdings ohne weiteres Tatsachenmaterial kaum möglich sein. Nicht denkbar erscheint es, daß die in diesen Versuchen zwar theoretisch aus der Zunahme der Zugspannung zu fordernde Verminderung der Steiggeschwindigkeit solche Grade annehmen kann, da wir es ja theoretisch mit außerordentlich leistungsfähigen Kraftquellen in der lebenden Pflanze zu tun haben[3]). Ebensowenig ließe sich die Annahme einer so auffällig stark herabgesetzten Transpiration rechtfertigen1). Dagegen wäre doch wohl erneut zu erwägen, inwieweit die Leitfähigkeit des Holzes durch stärkere Erhöhung der Zugspannung ungünstig beeinflußt wird. Diese recht alte Streitfrage hat zwar durch den Nachweis der Kohäsionswirkung zweifellos an ihrer ehemaligen Bedeutung verloren, bleibt aber trotzdem als wichtiges Problem bestehen. Wenn entsprechend der Zunahme der negativen Spannung die in den Holzelementen vorkommenden Gasblasen sich vergrößern — und hieran ist doch nicht zu zweifeln — so muß auf jeden Fall eine Verkleinerung des wirksamen Querschnitts der für die Wasserleitung in Betracht kommenden Flüssigkeitsfäden d. h. also eine Erhöhung des Filtrationswiderstandes eintreten, auch wenn es zu einer vollen Unterbrechung, wie die bestehen bleibende Kohäsionswirkung beweist, nicht kommt2). Zwecklos wäre es nun

---

[1]) Daß bei längerer Dauer meiner Hauptversuche die Wasseraufnahme eine weitere, erhebliche Steigerung erfahren hätte, wie man vielleicht nach Versuchen JOSTS (II, S. 37) annehmen könnte, scheint mir nach dem Verlauf der Steiggeschwindigkeit ausgeschlossen. Ein jenen Versuchen entsprechender Ausgleich war ja bei mir stets im Anfang zu beobachten, wenn durch Einschalten der Pumpe die Wasseraufnahme vorübergehend sistiert oder verzögert worden war, alsdann aber relativ schnell anstieg. (Vgl. Anm 2 auf S. 637.)

[2]) Bei dieser Gelegenheit werde ich die ganze Frage genauer beantworten,

[3]) Vergleiche zwischen den einzelnen Phasen meiner Versuche geben leider hierüber keinen Aufschluß. Von vornherein liegen ja hier die Verhältnisse viel komplizierter als in ähnlichen physikalischen Apparaten (vergl. z. B. URSPRUNG IV S. 258). Die Steigerung der Zugspannung dehnte sich auf längere Zeiträume aus, denen natürlich Veränderungen im Innern der Pflanze parallel gingen. Von diesem Gesichtspunkt aus schien es mir von Interesse, eine Gelegenheit, die das Verhalten der Pflanze bei schnellerer Ver-

---

änderung und zwar unter Verminderung der Spannung zu beobachten gestattete, auszunutzen. Diese bot sich durch Erweiterung des *Syringa*versuches (7). Nach Abschluß des Hauptversuches wurde bei unveränderter Anordnung, jedoch reduziertem Quecksilberstande, unter Ausschaltung der Saugpumpe sofort weiter beobachtet. Dies war möglich, weil der Riß innerhalb des Quecksilbers eingetreten war und das dabei entstandene Luftbläschen sich an der Grenze zwischen Quecksilber und Wasserfaden festgesetzt hatte, ohne die Kontinuität des letzteren im geringsten zu stören. Ohne auf eine nähere Beschreibung einzugehen, sei nur festgestellt, daß innerhalb der ersten 5 Minuten der berechnete Wert der negativen Spannung anfänglich auf ca. 90 cm und dann auf ca. 72 cm Hg sank und in der weiteren Beobachtungszeit von 20 Minuten sich zwischen 72 und 76 cm Hg bewegte. Die Saugleistung bzw. Steiggeschwindigkeit betrug in den ersten 5 Minuten 1,7 cm, in den weiteren 20 Minuten durchschnittlich 1,57, am Schluß 1,55 cm pro Minute.

Gegenüber dem entsprechenden Wert von 1,5 cm Steiggeschwindigkeit am Schluße des Hauptversuches sehen wir hier in den ersten 5 Minuten infolge des plötzlichen Freiwerdens von Kräften die Menge des aufgenommenen Wassers emporschnellen und dann relativ schnell bis fast wieder auf ihren Ausgangspunkt zurücksinken. In Anbetracht der ziemlich erheblichen Verminderung der Zugspannung gegenüber dem früheren Werte von 140,2 cm Hg erscheint aber die entsprechende Änderung der Steiggeschwindigkeit, wie zu erwarten war, recht unbedeutend.

1) Theoretisches über beide Fragen bei Renner (IV S. 622 u. 634) und Ursprung (IV).

2) Jost (II S 87) hat kürzlich festgestellt, daß Coniferenzweige entgegen der Saugwirkung einer Luftpumpe nach vorübergehender Verminderung annähernd die gleiche Wassermenge wie ohne Pumpensaugung aufnehmen. Dies Resultat braucht keineswegs mit dem vorher Besprochenen in Widerspruch zu stehen. Infolge von Verdunkelung war die Transpiration in den Jost'schen Versuchen relativ schwach. Eine Erhöhung des Filtrationswiderstandes kam daher bei der langsamen Wasserbewegung wenig zur Geltung und konnte leicht durch vermehrte Saugung, wie dies auch Jost annimmt, ausgeglichen werden.

allerdings, auf diese nach ihrer theoretischen Seite mehr als genug erörterten Frage einzugehen, solange nicht weitere praktische Erfahrungen vor allem über die genaueren Vorgänge im Innern des Holzes, ganz besonders aber in den Gefäßen während der Wasserleitung vorliegen.

HOLLE (S. 120) hat in seiner wertvollen Arbeit, in der er die Abhängigkeit höherer Kohäsionsspannungen von der Zellwandbeschaffenheit nachwies, die Gefäße als Wasserspeicher, die Tracheiden als alleinige Leiter zu deuten versucht. Zweifellos ergeben sich hieraus eine ganze Reihe neuer Schwierigkeiten. JOST (II. S. 52) hat bereits auf solche hingewiesen und auch HOLLE ist sich ihrer wohl bewußt. Nicht uninteressant ist aber, wenn zu deren Behebung gerade HOLLE die Möglichkeit einer Mitwirkung lebender Stammzellen wenigstens nicht ganz von der Hand weist. Übrigens könnte seiner in diesem Zusammenhange aufgeworfenen Frage, wie überhaupt die mit wassergefüllten unter Kohäsionsspannung stehenden toten Holzelemente ihr Wasser hergeben z. B. eine andere Frage gegenübergestellt werden, nämlich wie die als Speicher dienenden und gleichzeitig Luft enthaltenen Gefäße nach ihrer teilweisen oder vollständigen Entleerung sich wieder auffüllen können, wenn die Umgebung unter hoher negativer Spannung steht. Auch hier läge dann eigentlich die Mitwirkung lebender Zellen recht nahe. Natürlich handelt es sich bei Allem um vollkommen unbewiesene Vermutungen. Bis jetzt steht auch für mich fest, daß die Mitwirkung lebender Zellen im Stamm noch nicht nachgewiesen ist. Ebensowenig kann aber auch zugegeben werden, daß ihre Entbehrlichkeit über jedem Zweifel steht.

Literaturverzeichnis

J. BOEHM. Kapillarität und Saftsteigen. Diese Ber. 9, S. 203, 1893

H. H. DIXON. Transpiration and ascent of sap. Progressus rei bot. III. 1910.

H. HOLLE. Untersuchungen über Welken, Vertrocknen und Wiederstraffwerden. Flora N. F. 8, S. 73, 1915.

L. JOST I. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie 3. Aufl. Jena 1913.

— — II. Versuche über die Wasserleitung in der Pflanze. Zeitschrift für Botanik 8, S. 1, 1916

Im übrigen würde wohl eine Steigerung des Filtrationswiderstandes nicht direkt proportional der negativen Spannung verlaufen, sondern vor allem in der Nähe des Barometerstandes ein gewisses Maximum erreichen. JOST's Pumpe entwickelte eine Leistung von 68—71 cm Hg. doch scheint das Gegengewicht der Wassersäulen hierin nicht verrechnet zu sein.

Daß übrigens die Erfahrungen RENNER's (I S. 201) und anderer Autoren sich nicht mit den Beobachtungen JOST's decken, sei noch erwähnt. JOST führt dies auf das von jenen benutzte Laubholzmaterial zurück.

E. A. MITSCHERLICH, Bodenkunde Berlin 1905.
O RENNER I. Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Wasserbewegung. Flora 103, S. 171, 1911.
— — II. Versuche zur Mechanik der Wasserversorgung. Diese Ber. 30, S. 576, 1912.
— — III. Erwiderung auf den Aufsatz von A. URSPRUNG: Filtration und Hebungskraft. Diese Ber. 33, S. 280, 1915.
— — IV. Theoretisches und Experimentelles zur Kohäsionstheorie der Wasserbewegung. Jahrb. f. wiss. Bot. 56, S. 617, 1915.
A. URSPRUNG I. Zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Diese Ber. 31, S. 388, 1913.
— — II. Über die Bedeutung der Kohäsion für das Saftsteigen. Diese Ber. 31, S. 401, 1913.
— — III. Filtration und Hebungskraft. Diese Ber. 33, S. 112, 1915.
— — IV. Zweiter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Diese Ber 33, S. 253, 1915.

59. Georg Lakon: Über die jährliche Periodizität panachierter Holzgewächse.

(Mit 8 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. Oktober 1916.)

In früheren Arbeiten habe ich wiederholt Gelegenheit gehabt, auf das Problem der jährlichen Periodizität der Pflanzen näher einzugehen[1]) Hierbei bin ich zu dem Resultat gekommen, daß die Periodizität keine unter allen Umständen von der spezifischen Struktur vorgeschriebene, sondern eine von der letzteren lediglich zulässige, von den äußeren Bedingungen abhängige Erscheinung ist. In Übereinstimmung mit KLEBS sehe ich die Abhängigkeit der Periodizität von der Außenwelt zunächst in einer Beeinflussung der inneren Bedingungen, welche ihrerseits auf die spezifische Struktur einwirken. Die wichtigste Aufgabe in der Erforschung der Periodizität besteht somit in der Aufklärung dieser inneren

---

[1]) Vergl. hierzu meine zusammenfassende Darstellung im Biologischen Centralblatt, Bd. 35, 1915, S. 401—471, woselbst ich die einschlägige Literatur näher berücksichtigt habe und insbesondere auf die grundlegenden Hypothesen von KLEBS ausführlich eingegangen bin. Unter Hinweis auf jene Arbeit kann ich mich hier kurz fassen.

Bedingungen selbst. Diese Aufgabe ist aber zugleich die schwierigste, da die inneren Bedingungen mit dem gegenwärtig ungenügend aufgeklärten Chemismus der Zelle eng verknüpft sind. Bei der Erforschung der inneren Bedingungen sind wir daher gegenwärtig auf Hypothesen angewiesen, die geeignet sind, die Richtlinien für die weitere Forschung zu liefern. Die einzige Hypothese, die uns wohlbegründet erscheint, ist die von KLEBS aufgestellte, nach welcher die Veränderungen der inneren Bedingungen zunächst in Verschiebungen in ihrem quantitativen Verhältnis, und zwar vielfach in Änderungen der Konzentrationsverhältnisse bestehen. Speziell für die Entscheidung, ob — günstige Temperatur und Feuchtigkeit selbstverständlich vorausgesetzt — Wachstum oder Ruhe eintritt, ist nach KLEBS das Verhältnis der Assimilate zu den Nährsalzen maßgebend, ein Gedanke, der — wenn auch nicht in dieser Form — zuerst von GOEBEL, später von BERTHOLD ausgesprochen wurde. Verschiebt sich das Konzentrationsverhältnis zwischen Kohlenstoffassimilaten und Nährsalzen zugunsten der ersteren, so tritt Ruhe ein. Eine solche Verschiebung kann infolge der Einwirkung der Außenwelt entweder durch einseitige Steigerung der assimilatorischen Tätigkeit oder durch die einseitige Verminderung der Nährsalzzufuhr oder auch durch beides zugleich herbeigeführt werden. Zur Erklärung der bekannten Beharrlichkeit der Ruhe auch nach Herstellung der für das Wachstum günstigen äußeren Bedingungen, welche für typische Ruheorgane charakteristisch ist, hat KLEBS die Hypothese aufgestellt, daß die beim Zustandekommen der Ruhe stattfindende Anhäufung organischer Substanz die Fermente inaktiv macht. Infolge dieser Inaktivierung der Fermente kann eine Überführung der Reservestoffe in für die Ernährung gebrauchsfähige Form zunächst in keinem nennenswerten Maße stattfinden, so daß zunächst trotz des Vorhandenseins günstiger äußerer Wachstumsbedingungen jegliches Wachstum unterbleiben muß.

Schon in meiner oben zitierten Arbeit habe ich die Erwägungen angeführt, welche zugunsten der Hypothese KLEBS' sprechen zugleich aber auch darauf hingewiesen, daß „die beste Stütze dieser, Hypothese in der Tatsache besteht, daß dieselbe alle mit der Periodizität in Zusammenhang stehenden Erscheinungen zu erklären vermag“. In jener Arbeit habe ich versucht den Beweis für diese Behauptung zu erbringen; die wichtigsten der bisher untersuchten periodischen Erscheinungen ließen in der Tat sämtlich die Voraussetzungen der KLEBSschen Hypothese erkennen. Sehr lehrreich waren hierbei einige Abweichungen im periodischen Verhalten, die ich in einem besonderen Kapitel einer genauen Analyse unterworfen hatte.[1]) In der vorliegenden Arbeit will ich nun einen weiteren interessanten Fall von besonderem periodischem Verhalten mitteilen, der in unverkennbarem Zusammenhang mit jenen Voraussetzungen steht, nämlich das periodische Verhalten panachierter Pflanzen im Vergleich zu den grünen Vertretern derselben Art. Die panachierten Individuen unterscheiden sich physiologisch von ihren grünen Artgenossen im wesentlichen nur durch geringere Gesamtassimilation. Wenn für den Eintritt des Ruhezustandes während der Vegetationsperiode ein Überwiegen der Assimilate über die Nährsalze ausschlaggebend ist, so müßte der Ruhezustand bei den panachierten Individuen im allgemeinen später eintreten als bei den grünen. Das ist nun für einige von mir kontrollierte Holzarten tatsächlich der Fall.

Im hiesigen botanischen Garten hatte ich Gelegenheit, das Verhalten unter den gleichen äußeren Bedingungen stehender panachierter und grüner Exemplare von *Sambucus nigra* L. und *Acer negundo* L. genau zu verfolgen. Erstere Pflanzenart weist bekanntlich eine nur geringe Festigkeit der Ruhe auf und der Zeitpunkt ihres Eintritts in die Ruheperiode wird selbst durch geringere Schwankungen in den äußeren Bedingungen beeinflußt. Im allgemeinen findet man bis in den Herbst hinein Sprosse, die im Treiben begriffen sind. KLEBS[2]) gibt an, daß er während der Vegetationsperiode 1913 in Heidelberg bei *S. nigra* noch im September zahlreiche Äste treibend antraf. Die zahlreichen Exemplare, die ich in Hohenheim während der Vegetationsperiode 1916 beobachtete, gingen im wesentlichen schon Ende August bis Anfang September in den Ruhestand über. Eine genaue Untersuchung am 6. September ergab, daß sämtliche Zweige ihr Wachstum eingestellt hatten; die Knospen waren vollkommen geschlossen. Eine Ausnahme bildeten vereinzelte Knospen an gestutzten oder in irgendeiner anderen Weise beschädigten Ästen; bei solchen Zweigen war hier und da eine Knospe am Austreiben. In auffallendem Gegensatz zu diesen ruhenden Pflanzen stand in dieser und in der folgenden Zeit ein weiß panachiertes Exemplar: sämtliche Zweige waren hier in lebhaftem Treiben begriffen, keine Anzeichen eines Übertritts in die Ruheperiode waren hier wahrnehmbar! Den Unterschied veranschaulicht

---

[1]) A. a. O. S. 432—442, Kap. VI: „Über einige Abweichungen im Laubausbruch und Laubfall der Holzgewächse".

[2]) Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. (Abh. Heidelb. Akad. Wiss. Math.-naturw. Kl., 3. Abh. 1914.) S. 100.

Abb. 1, in welcher je ein Durchschnittszweig eines normalen, grünen (links!) und des panachierten Exemplares (rechts!) wiedergegeben ist. Heute, Anfang Oktober, hat das panachierte Individuum seine Terminalknospen immer noch nicht geschlossen. Das fortwährende Wachstum dieses Individuums bis in den Herbst hinein, welches sich alljährig wiederholt, hat die Ausbildung eines eigentümlichen, buschigen Habitus zur Folge.

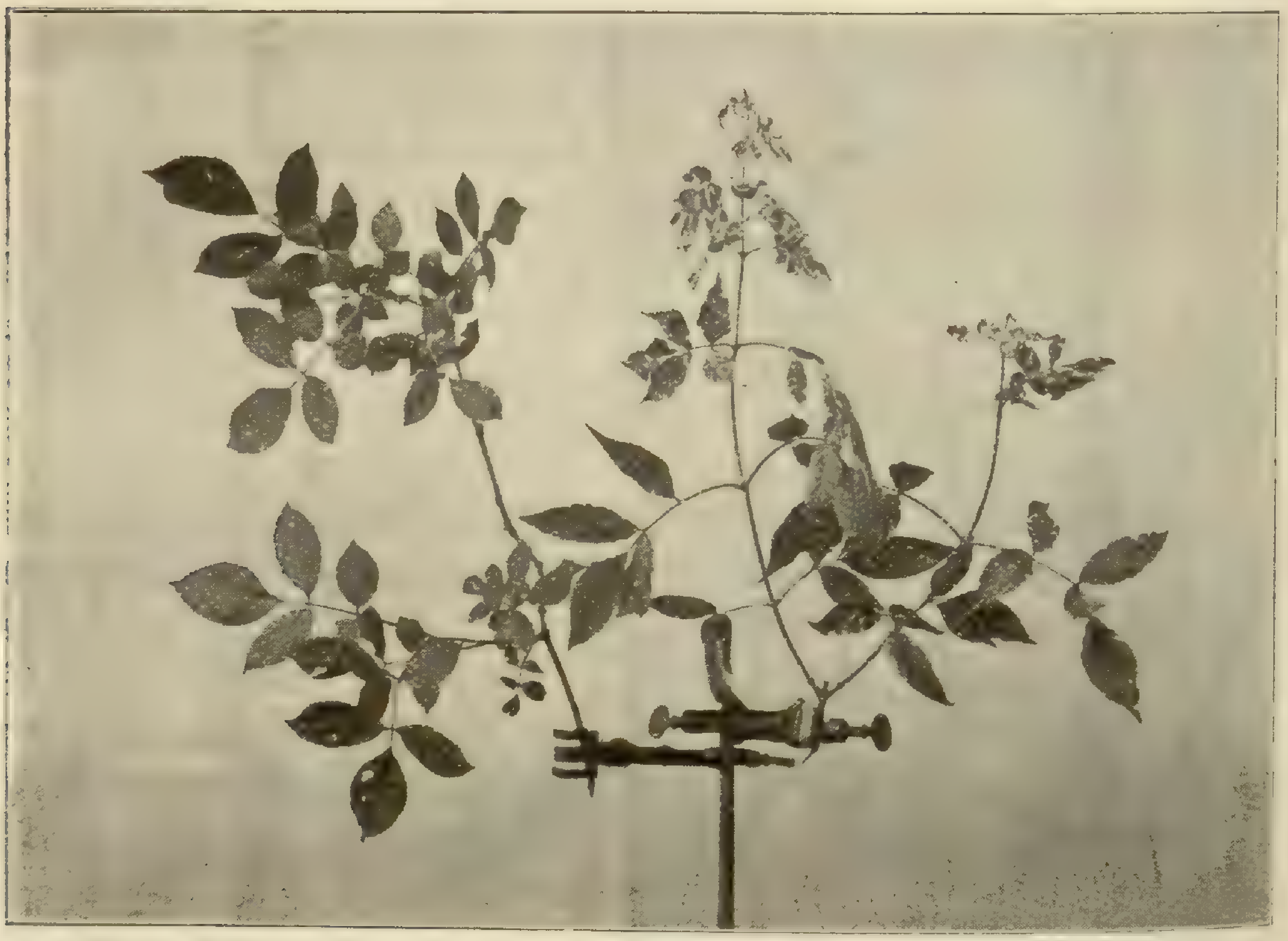


Abb. 1. *Sambucus nigra* L. Zustand am 6. September 1916. Links ein Zweig einer grünen Pflanze, schon in Ruhezustand. Rechts ein Zweig einer panachierten Pflanze in lebhaftem Treiben begriffen.

Noch tiefgreifender als beim Holunder ist der Unterschied zwischen normalen grünen und panachierten Individuen beim eschenblättrigen Ahorn (*Acer Negundo* L.), weil es sich hier um eine durch scharf eingeprägte Periodizität charakterisierte Baumart handelt. Im hiesigen Botanischen Garten standen mir zwei Exemplare, ein grünes und ein panachiertes (weiß gerandetes) zur Verfügung. Dieselben stehen nicht weit voneinander entfernt, im wesentlichen unter den gleichen äußeren Bedingungen. Außerdem hatte ich Gelegenheit zwei weitere, zwar außerhalb des Gartens aber nicht weit davon entfernt stehende panachierte Individuen in ihrer Entwicklung zu verfolgen. Ich konnte folgende Verhältnisse feststellen: Das grüne Exemplar hatte schon Anfang Juli seine sämtlichen Knospen geschlossen. Kein einziger Ast zeigte Wachstumserscheinungen; selbst Zweige, die unmittelbar am Stamme saßen, waren endgültig in den Ruhezustand übergegangen. Ganz anders die panachierten Individuen! Schon KLEBS[1]) gibt an, daß der panachierte *A. Negundo* — er hatte offenbar keine Gelegenheit grüne Exemplare zu kontrollieren — bis in den August im Treiben begriffen war. Bei den von mir untersuchten Bäumen waren selbst Anfang September zahlreiche Äste im Treiben begriffen. Den Zustand am 14. Juli veranschaulicht Abb. 2; der Zweig rechts wurde dem grünen Baum entnommen, er hat vollkommen geschlossene Knospen. Die anderen beiden Zweige, welche im Treiben begriffen sind, stammen aus dem panachierten Exemplar des Botanischen Gartens; der Zweig links ist vollkommen albikat, der Zweig in der Mitte scheckig (weiß gerandet). In der folgenden Zeit — und zwar von etwa Anfang September an — fingen auch bei den panachierten Exemplaren vereinzelte Zweige an, ihre Knospen zu schließen. In

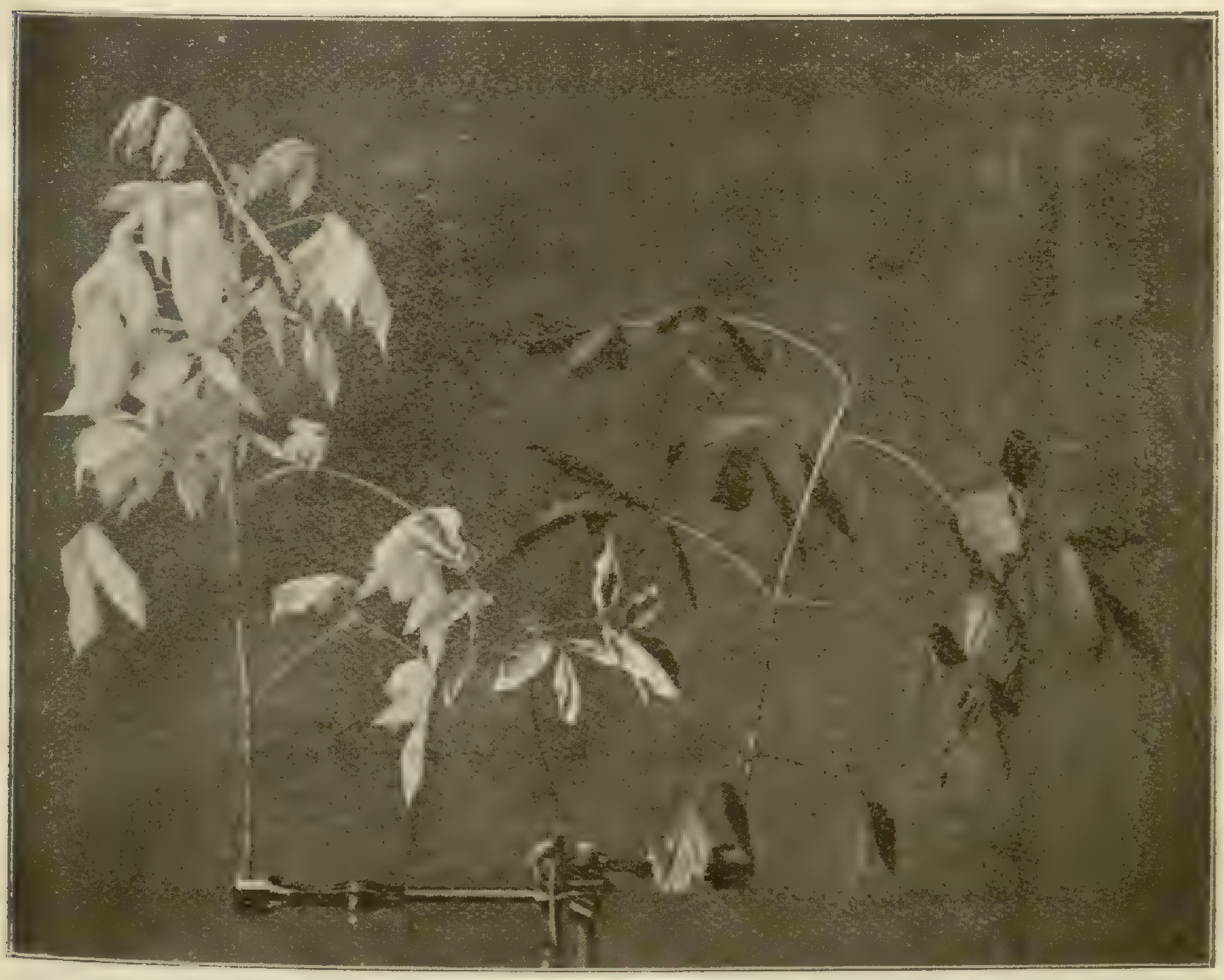


Abb. 2. *Acer Negundo* L. Zustand am 14. Juli 1916. Der linke ganz weiße Zweig und der scheckige in der Mitte stammen von einer panachierten Pflanze; sie sind im Treiben begriffen. Der grüne Zweig rechts stammt von einer grünen Pflanze und ist schon in den Ruhezustand übergegangen.

---

[1]) A. a. O. S. 101.

diesem Stadium war das Verhalten der einzelnen Zweige besonders lehrreich. Zwar konnte man feststellen, daß diejenigen Zweige, die eine für die Wasserversorgung vorteilhafte Lage inne hatten, wie die sogenannten Wasserreiser, am längsten im Treiben blieben; aber der Vergleich von Ästen, die in der Wasserversorgung gleichgestellt waren, zeigte deutlich, daß zuerst die rein grünen Äste — wie sie häufig an panachierten Bäumen auftreten — in den Ruhezustand übergingen. Dann folgten die scheckigen, während die rein weißen Sprosse bis zuletzt im Treiben begriffen waren, ihre Knospen vielfach überhaupt nicht schlossen und in diesen Fällen schließlich im Herbst ganz zugrunde gingen. So konnte ich Fälle beobachten, wo an ein und demselben Ast neben vollkommen ruhenden scheckigen Sprossen, lebhaft treibende rein weiße Sprosse standen. Ein solcher Ast ist auf Abb. 3 wiedergegeben: die beiden weißen Zweige links sind im Treiben begriffen, während der scheckige Zweig rechts vollkommen ruht. Ich hatte ferner Gelegenheit, das Verhalten eines besonders günstigen Objektes zu verfolgen, eines Astes, welcher drei

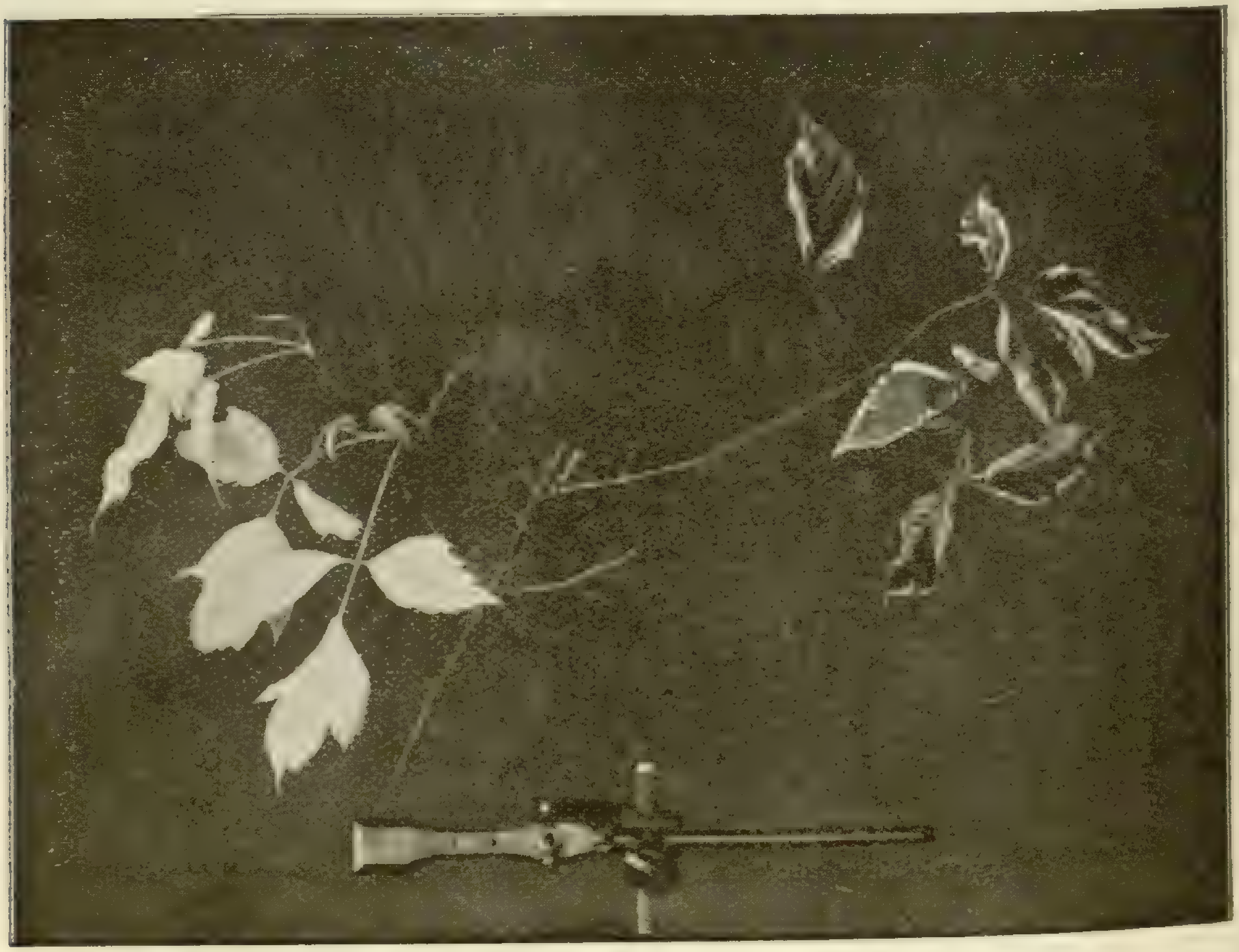


Abb. 3. *Acer Negundo* L. Zustand am 6. September 1916. Zweig einer panachierten Pflanze. Die beiden weißen Aeste links sind noch im Treiben begriffen. Der rechte scheckige Ast ruht.

verschiedenartige Zweige trug, nämlich an der Basis einen vollkommen grünen, in der Mitte einen vollkommen weißen, an der Spitze einen scheckigen. Zuerst (etwa Ende August) ging der basale grüne Sproß in den Ruhezustand über, dann (etwa Anfang September) folgte der scheckige an der Spitze; der mittlere rein weiße Zweig blieb dagegen bis in den Herbst hinein am Treiben. Die gleichartige Ausbildung der Zweige und ihre Verteilung am Hauptast ließen hier keine andere Erklärung ihres verschiedenen periodischen Verhaltens zu, als die der verschiedenen Produktion von Assimilaten bei gleichwertiger Nährsalzversorgung.

Ich hatte leider keine Gelegenheit eine größere Anzahl von Holzarten auf das abweichende Verhalten ihrer panachierten Vertreter hin zu untersuchen. Ein weißpanachiertes Exemplar von *Acer pseudoplatanus* L. *fol. albo-variegatis* zeigte kein eindeutiges Verhalten; hier war aber auch die Reduktion der grünen Blattfläche durch die Panachierung eine nur geringfügige, Auftreten von rein weißen Zweigen kam hier nicht vor. Die angeführten Beispiele lassen indessen zur Genüge erkennen, daß die Panachierung im allgemeinen eine Veränderung des periodischen Verhaltens und zwar eine Verzögerung in dem Eintritt des Ruhezustandes zur Folge hat. Wenngleich die panachierten Pflanzen auch in ihren übrigen Prozessen Abweichungen vom normalen Verhalten aufweisen dürfen — so z. B. in der Transpiration, wie aus dem veränderten Blattbau zu schließen ist — so ist doch nicht zu vergessen, daß all diese Veränderungen mittelbar durch die schlechte Versorgung mit organischer Nahrung infolge Herabsetzung der Assimilation herbeigeführt werden. Das am meisten tiefgreifende Moment im Leben der panachierten Pflanzen ist zweifellos die Herabsetzung der Assimilation und die damit verknüpfte Veränderung der Ernährung. Dieselbe besteht in einer Verschiebung des Verhältnisses der organischen Substanz zu den anorganischen Nährsalzen zu ungunsten der ersteren, da wohl die Annahme berechtigt erscheint, daß in der Nährsalzversorgung der panachierten Pflanzen keine Veränderung eintritt. Es ist daher verständlich, daß diese veränderte Ernährung zu einer Verschiebung im periodischen Verhalten führen kann, wie dies bekanntlich[1]) auch durch entsprechende künstliche Veränderungen der äußeren Bedingungen möglich ist. Eine solche Beeinflussung wird von der Vorbedingung beherrscht, daß die Herabsetzung der Assimilation durch die

---

[1]) Beispiele in meiner oben zitierten Arbeit.

Panachierung in bezug auf die Gesamternährung und Organisation der Pflanze groß genug ist, um entscheidend ins Gewicht zu fallen. Beim Holunder ist die Veränderung der assimilierenden Blattfläche durch die Panachierung in dem oben näher geschilderten Falle zwar absolut genommen gering, aber für diese, eine sozusagen nur labile Periodizität zeigende Pflanze immer noch groß genug, um entscheidend einzuwirken. Beim eschenblättrigen Ahorn ist es dagegen die sehr beträchtliche Reduktion der grünen Blattfläche, welche das Verhalten dieser durch eine tief eingeprägte Periodizität gekennzeichnete Pflanze zu beeinflussen vermag. Nach dieser Sachlage würde es mir durchaus nicht verwunderlich erscheinen, wenn bei einzelnen Pflanzen die Panachierung ohne wesentlichen, sichtbaren Einfluß auf die Periodizität bliebe; die Panachierung wirkt eben nicht qualitativ sondern quantitativ. Ein solches Verharren in der normalen Periodizität scheint — soweit meine ungenügend ausgedehnten Beobachtungen ein Urteil zulassen — in dem oben erwähnten Fall von *Acer pseudoplatanus* vorzuliegen.

Die Beeinflussung des periodischen Verhaltens durch die Panachierung erstreckt sich sowohl auf den ganzen Baum als Gesamtheit, als auch auf die einzelnen Zweige nach Maßgabe des Grades der Panachierung in jedem einzelnen Falle. Wir haben schon oben bei der Besprechung des Verhaltens des panachierten *A. Negundo* gesehen, daß die ganz weißen, also vollkommen chlorophyllfreien Sprosse bedeutend mehr von dem normalen Verhalten abweichen als die gescheckten oder gar die grünen. Andererseits sehen wir, daß die Ausschlagfähigkeit bei den panachierten Bäumen während der ganzen Vegetationsperiode unvermindert erhalten bleibt. Und die hier entstehenden Stammloden können selbst wenn sie ganz grün sind, bis in den Herbst hinein lebhaftes Wachstum zeigen. Diese immerwährende Ausschlagfähigkeit der panachierten Bäume verleiht denselben ein eigentümliches buschiges Aussehen. Hier kommt der Einfluß der Panachierung auf den ganzen Baum zum Ausdruck. Die Erkenntnis, daß für all diese Erscheinungen das Verhältnis der organischen Substanz zu den Nährsalzen ausschlaggebend ist, läßt dieselben uns verständlich erscheinen. Betrachten wir den Baum als ganzes, so haben wir die Gesamtproduktion an organischen Nährstoffen und die gesamte Nährsalzversorgung ins Auge zu fassen. Die Gesamtassimilation ist bei den panachierten Pflanzen geringer als bei den grünen und das die Ruhe bedingende Mißverhältnis zwischen organischer Substanz und Nährsalzen tritt entsprechend später ein. Während aber bei den grünen Pflanzen die Reihenfolge in dem Eintritt der einzelnen Zweige in den Ruhezustand im wesentlichen von ihrer Lage am Baum und den damit bedingten Verschiedenheiten in der Nährsalzversorgung beherrscht wird, haben wir bei den panachierten Bäumen individuelle Verschiedenheiten im periodischen Verhalten der einzelnen Zweige, welche durch Verschiedenheiten in der eigenen Produktion organischer Substanz bedingt werden. Von Zweigen, welche in bezug auf die Nährsalzversorgung ziemlich gleichwertig sind, gehen zuerst diejenigen in den Ruhestand über, welche relativ die meiste organische Substanz produziert haben, also die ganz grünen Zweige. Dann folgen die scheckigen nach Maßgabe des Verhältnisses der grünen zu der weißen Blattfläche, während die ganz weißen Zweige ganz zuletzt ihr Wachstum einstellen. Diese vollkommen chlorophyllfreien Zweige führen sozusagen ein parasitisches Leben; sie sind ganz auf die Zufuhr organischer Substanz seitens des übrigen Baumes angewiesen. Ein Überwiegen der organischen Substanz über die Nährsalze ist hier nicht möglich.

Die Feststellung, daß das abweichende periodische Verhalten panachierter Holzgewächse auf einer Verschiebung des Verhältnisses der organischen Substanz zu den Nährsalzen beruht, führt uns zu der Frage, in welcher Weise auch die Festigkeit der Ruhe panachierter Bäume durch dieses Verhältnis beeinflußt wird. Es ist anzunehmen, daß bei den panachierten Induviduen die für eine feste Ruhe erforderliche Überanhäufung organischer Substanz unterbleibt bzw. in geringerem Maße erfolgt als bei den grünen Individuen. Bei ganz weißen Zweigen, die bis zum Schluß der Vegetationsperiode wachsen und erst durch den unmittelbaren Einfluß der ungünstigen äußeren Bedingungen im Herbst zur Einstellung ihres Wachstums gezwungen werden, findet eine solche Überanhäufung organischer Substanz gewiß nicht statt. Die anatomische Untersuchung hat in der Tat bei *A. Negundo* stets die große Armut solcher Zweige an organischen Reservestoffen ergeben. Es ist zu erwarten, daß — falls keine anderen Momente in entgegengesetzten Sinne wirken — die panachierten Pflanzen leichter aus dem Ruhestand zu erwecken sind als die grünen. Zur Entscheidung dieser Frage sind Versuche im Gange; über den Ausfall derselben hoffe ich in der nächsten Zeit berichten zu können. Hier möchte ich nur noch darauf hinweisen, daß nach SCHELLENBERG[1]) auch die durch eine geringe eigene Assimilation gekennzeichneten und im wesentlichen auf die Zufuhr organischer Substanz aus den anderen Zweigen angewiesenen Hexenbesen verschiedener Holzgewächse die für die betreffende Art charakteristische Festigkeit der Ruhe vermissen lassen; sie sind leicht zum Austreiben zu bringen.[1])

---

[1]) Zur Kenntnis der Winterruhe in den Zweigen einiger Hexenbesen. Diese Berichte, Bd. 33, 1915, S. 118—126.

60. Sven Odén: Zur Frage der Azidität der Zellmembranen.

(Eingegangen am 22. Oktober 1916.)

In bezug auf die Frage nach der Ursache jener bekannten sauren Reaktion, welche Zellmembranen z. B. gegenüber Jodkalium und Kaliumjodat sowie auf bestimmte Farbenreagenzien, wie Methylenblau, Safranin u. a., aufweisen, sind die Meinungen recht verschieden gewesen. Werden Gewebeschnitte mit Kupferoxydammoniak behandelt und dadurch die Zellulose aufgelöst, so bleibt nach dem Waschen mit Wasser ein Gerüst zurück, welches nicht die bekannte Chlorzinkjodreaktion auf Zellulose gibt, dagegen in Alkali löslich ist und als Pektinsäure bezeichnet wurde.

Während die ältere Forschung hier die Existenz bestimmter Säuren, Pektinsäuren, annahm, welche besonders in den Mittellamellen reichhaltig vorhanden sein sollten, hat man in der letzten Zeit die Säurenatur dieser Stoffe bestritten und an diese Phänomene eine rein kolloidchemische Betrachtungsweise angelegt.

Angeregt durch die Untersuchungen von A. BAUMANN und E. GULLYS[2]) hat A. WIELER[3]) vor einigen Jahren etliche Versuche über die Azidität der Zellmembranen ausgeführt, welche in diesen Berichten veröffentlicht wurden. Nach den Ansichten dieses Forschers sind alle Pflanzensubstanzen, wenigstens soweit sie aus Zellhäuten bestehen, wesentlich nur durch ihre kolloide Natur charakterisiert. Als solche kommt ihnen die Fähigkeit zu, Salzlösungen zu zerlegen.

---

[1]) Vgl. hierzu meine Ausführungen in meiner oben zitierten Arbeit S. 436 ff.

[2]) Mitt. d. k. bayr. Moorkulturanstalt 3, 4, 5 (1909—1913).

[3]) Bd. 30, 394—406 (1912).

indem sie die Basen adsorbieren, wodurch Säuren frei werden. Die ältere Ansicht, welche die Gegenwart von Säuren in der Pflanzensubstanz voraussetzte, sei unrichtig, und diese Stoffe seien an und für sich gar nicht sauer.

Es wurden dann verschiedene Pflanzenteile auf ihr Verhalten gegen Salzlösungen geprüft und dabei gefunden, daß z. B. Kalziumazetatlösungen nach Behandlung damit sauer reagierten. Anstatt Versuche anzustellen, ob hierfür nicht wirkliche, organische schwerlösliche Säuren verantwortlich sind, behauptet WIELER einfach: „Daß diese Reaktion etwa von der Gegenwart von organischen Säuren herrührte, war unwahrscheinlich, befanden sich doch unter dem untersuchten Material Blätter und Nadeln, die im abgestorbenen Zustande den Winter über auf der Erde zugebracht hatten, so daß durch das Regenwasser wohl alle leicht löslichen Stoffe ausgewaschen sein durften“.

Dieser Schluß ist gänzlich unberechtigt, denn er setzt voraus, daß alle organischen Säuren löslich sind. Ganz abgesehen davon fand ja WIELER tatsächlich, daß nach Extraktion mit Wasser stets eine geringere Azidität vorhanden war, was ja mit seiner Adsorptionstheorie nicht in Einklang steht.

Von einer Kritik dieser Arbeiten im einzelnen sehe ich hier ab. Zur Klarlegung des Problems möchte ich von vornherein nur folgendes bemerken.

Die kolloide Natur ist ein Zustand, in dem ganz verschiedene Körper, sowohl Säuren, Basen, Salze als auch Elemente und indifferente organische Verbindungen, auftreten können. Der kolloide Charakter der Zellhaut schließt daher gar nicht, wie WIELER meint, aus, daß dieselbe auch Säurenatur haben kann.

Ferner hängt die elektrische Leitfähigkeit einer Lösung von der Löslichkeit und dem Dissoziationsgrad ab und WIELERs Schluß, daß, weil in den Extrakten keine elektrische Leitfähigkeit vorhanden war, „es sich also bei diesen sauren Stoffen nicht um Säuren handele, sondern um colloidale Substanzen“, ist schwer zu verstehen. Kolloide Kieselsäure leitet den Strom sehr unbedeutend und dürfte dennoch eine Säure sein!

Sehen wir von diesen prinzipiellen Fehlauffassungen ab, so sollte nach WIELER der wesentlichste Punkt betreffs Aziditätsreaktion der Zellmembranen der sein, daß die Kolloide infolge Adsorption die Salze zerlegen, indem sie die Base stärker als die Säure adsorbieren und dadurch Säure in Freiheit setzen.

Es ist vielleicht nützlich zu sehen, wie es sich bei den übrigen Kolloiden mit diesen „Adsorptionszersetzungen“ verhält.

Es wäre zuerst daran zu erinnern, daß nach den Untersuchungen von Br. Tacke und H. Schüchting[1]) durch neutrale organische Kolloide, wie Stärke, Zellulose, Gelatine, keine nennenswerten Mengen Essigsäure oder Mineralsäuren aus den Alkali- oder Erdalkalisalzen dieser Säuren in Freiheit gesetzt werden. Wenn wir die anorganischen Kolloide betrachten, liegen dagegen mehrere Angaben einer Adsorptionszersetzung vor.

So fanden Fr. Weppen[2]), Esprit[3]) u. a., daß mit Chlorwasserstoff ausgewaschene Tierkohle die Base adsorbiert und Säure in Freiheit setzt; R. Warrington[4]), daß ausgefälltes Eisenoxyd und Aluminiumoxyd Säure adsorbieren. Aehnliches bemerkte D. Tommasi[5]), welcher fand, daß blaues, aus Kupfersalzlösungen durch Alkali ausgefälltes Kupferoxyd aus Lösungen von Natriumchlorid, Kaliumbromid u. a. die Säure adsorbiert.

Das durch Zersetzung von Manganisulfat durch Wasser nach E. Frémy[6]) dargestellte Mangansuperoxyd (wobei Schwefelsäure entsteht) adsorbiert dagegen nach J. M. van Bemmelen[7]) aus Alkalisalzlösungen die Base.

Ein ins Auge fallender Zug aller dieser Untersuchungen ist, daß dasjenige Adsorbens, welches die Base adsorbieren und Säure in Freiheit setzen sollte, aus sauren Lösungen dargestellt oder mit Säure ausgewaschen ist, während dasjenige, welches Säure adsorbiert und die Base in Freiheit setzen sollte, vorher mit irgendeiner alkalischen Flüssigkeit behandelt war.

Es ist dies wohl kaum ein Zufall. In Anbetracht des exponentialen Charakters des Adsorptionsverlaufs, wobei bei weitgehender Verdünnung des zu adsorbierenden Stoffes die Adsorptionswirkung relativ größer wird, und ferner bei Berücksichtigung des Umstandes, daß es außerordentlich schwer ist, amorphe Fällungen und Kolloide im allgemeinen von adsorbierten Verunreinigungen nur durch Auswaschen zu befreien, liegt es sehr nahe, zu vermuten, daß die in Freiheit gesetzte Säure bzw. Base in Wirklichkeit der

---

1) Landw. Jahrb. 41, 717 (1911).

2) Liebigs Annalen d. Chem. und Pharm. 55, 241—245 (1845), 59, 354—358 (1846).

3) Journ. f. prakt. Chemie 48, 424—435 (1849).

4) Journ. f. prakt. Chemie 104, 316—318 (1868).

5) Compt. rend. 92, 453—455 (1881).

6) Compt. rend. 82, 475—476, 1281 (1876).

7) Landw. Versuchsstat. 35, 69 (1888). Siehe auch „Die Adsorption" (Dresden 1910), S. 93 u. f.

noch zurückbleibende adsorbierte Rest ist, welcher durch Zufügung eines zweiten adsorbierbaren Stoffes verdrängt wird[1]).

Wäre diese Auffassung richtig, so sollten demnach die Adsorptionszersetzungen in den meisten Fällen nur als Adsorptionsverdrängungen aufzufassen sein, wobei erst nach Zusatz eines zweiten Stoffes die letzten Spuren des ersteren Stoffes (Säure oder Base, von der Darstellung herrührend oder durch chemische Prozesse in der Pflanze gebildet) weggewaschen werden und daher der zugesetzten Salzlösung eine saure oder basische Reaktion verleihen.

Der folgende Versuch scheint dies zu bestätigen: wäscht man Tierkohle, welche vorher mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure extrahiert, dann einigemal dekantiert worden ist, mit reinem Wasser auf dem Filter aus, bis das Waschwasser auf Zusatz von Silbernitrat keine Chlorionen-Reaktion mehr gibt — was nach zirka 25 Auswaschungen mit je 100 ccm Wasser eintraf —, so sollte man vermuten, daß nur unbedeutende Mengen haften geblieben sind. Wäscht man nun mit völlig neutralem und chlorfreiem Natriumsulfat, so reagiert das Waschwasser schwach sauer. Aber gleichzeitig treten nun reichlich Chlorionen auf, welche mit Silbernitrat deutliche Trübung geben. Die saure Reaktion ist daher nicht der Zersetzung des Natriumsulfats zuzuschreiben, sondern rührt von durch Verdrängung ausgewaschener Chlorwasserstoffsäure her.

Es soll jedoch mit dem Gesagten nur die Existenz von Adsorptionszersetzungen in Abrede gestellt und darauf hingewiesen werden, daß sich aus den bis jetzt vorliegenden Fällen keine sicheren Schlüsse ziehen lassen. Bis daher einwandfreie und quantitative Untersuchungen auf diesem Gebiete vorliegen, dürfte der größte Teil der beobachteten sog. Adsorptionszersetzungen auf ungenügende Entfernung der vorhandenen Verunreinigungen zurückzuführen sein. Daß es der künftigen Forschung gelingen wird, solche einwandfrei darzulegen, ist ja möglich, meiner Meinung nach aber sind diese, wenn überhaupt nachweisbar, in quantitativer Hinsicht von einer noch kleineren Größenordnung als diejenigen Zersetzungen, welche jetzt als Adsorptionszersetzungen gedeutet werden.

Einem ganz anderen Typus von Reaktionen begegnen wir bei solchen Stoffen, welche, wie z. B. Eisenchlorid, in wässeriger Lösung schon durch Hydrolyse teilweise zersetzt sind. Die Zerlegung in Chlorwasserstoffsäure und kolloides Eisenoxyd ist ja schon durch das Wasser bewerkstelligt, und wenn wir diese Lösung mit einem Adsorbens zusammenbringen, wird der eine der vorhandenen Stoffe, das kolloide Eisenoxyd, seines kolloiden Charakters wegen viel stärker adsorbiert als die Chlorwasserstoffsäure. Aber die Zersetzung ist hier nicht einer Kolloidwirkung zuzuschreiben, sondern kommt infolge hydrolytischer Zersetzung durch das Wasser zustande.

---

[1]) Vgl. G. C. Schmidt, Zeitschr. f. physik. Chem. 74, 689—787 (1910).

Wenn wir nun die speziellen Verhältnisse hier berücksichtigen, so ist ja bekannt, daß im pflanzlichen Organismus eine Menge verschiedener organischer Säuren, wie Ameisensäure, Propionsäure, Zitronensäure u. a., entstehen, und bei der Zersetzung pflanzlicher Stoffe unter Mitwirkung von Pilzen und Bakterien entstehen ebenfalls Säuren, wie Oxalsäure, Äpfelsäure, Milchsäure[1]), weshalb es sehr wahrscheinlich ist, daß sich solche auch sowohl in lebendem Pflanzengewebe wie in Streu vorfinden.

Es ist klar, daß sich solche Säuren besonders stark an den kolloiden Stoffen adsorbieren müssen, und es dürfte außerordentlich schwer sein, diese durch einfache Auswaschung zu entfernen.

Sind nun außer diesen adsorbierten löslichen Säuren auch andere schwerlösliche Säuren vorhanden, welche mit den Kationen der Salzlösung reagieren können, was wohl beim Verwenden von Kalziumacetat nicht ausgeschlossen ist, so wird die Lösung natürlich noch mehr sauer reagieren.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen wollen wir auf die Frage nach der sauren oder nicht sauren Natur der Membranbestandteile ein wenig näher eingehen.

Denn durch das oben Angeführte ist natürlich nur auf die geringe Haltbarkeit der rein kolloidchemischen Theorie hingewiesen, dagegen die Säurenatur gewisser in Pflanzen vorkommenden Stoffe gar nicht erwiesen.

Hier soll von dem Vorhandensein leicht löslicher Säuren abgesehen werden, da solche ja schon von verschiedenen Forschern nachgewiesen wurden. Auch die Ergebnisse WIELER's, daß seine wässerigen Extrakte deutlich saure Reaktion zeigten, sprechen dafür.

Die Frage jedoch, ob wir die Pflanzen mit dem Vorhandensein schwerlöslicher Säuren, welche teilweise durch Kalk neutralisiert sind, zu rechnen haben, ist insofern von Bedeutung, als, wenn diese Frage bejaht wird, dieselben einen ganz bestimmten Einfluß auf die Azidität bzw. Alkalität der mit diesen in Berührung kommenden pflanzlichen Säfte ausüben müssen.

Zur experimentellen Beleuchtung dieses Problems habe ich es vorgezogen, anfangs diese Stoffe nicht zu isolieren, da bei

---

1) ABDERHALDEN, Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden 2, S. 24. f.; ABDERHALDEN, Biochemisches Handlexikon I, 2, S. 912 f; LÖHNIS, Handbuch der landwirtschaftl. Bakteriologie (Berlin 1910), S. 527 f., 543 f.

den hierzu erforderlichen chemischen Eingriffen, Extraktion der Zellulose, Kochen mit Lauge usw., stets der Einwand erhoben werden kann, daß die Säuren erst durch diese Behandlung entstehen. Da aber anderseits das natürliche Pflanzenmaterial zur besseren Handlichkeit bei messenden Untersuchungen in irgendeine Form gebracht werden mußte, bin ich auf den Gedanken gekommen, dasselbe durch fortgesetzte Zerkleinerungen direkt in wässerige Suspension überzuführen und die Eigenschaften dieser Suspensionen zu studieren, um vielleicht hieraus gewisse Schlüsse auf das Ursprungsmaterial ziehen zu können.

Da sich die spätere Untersuchungsmethode der Leitfähigkeitsmessungen bedient, war es, um nicht durch eventuell vorhandene lösliche Stoffe, welche Elektrolyte sind, irregeführt zu werden, notwendig, das Material erst durch Auswaschung von diesen Stoffen zu befreien.

Zu diesem Zweck wurde das erst ziemlich grob zerkleinerte Pflanzenmaterial auf einem gehärteten Filter mit warmem (ca. 50 ° igem), gewöhnlich destilliertem Wasser ausgewaschen, sodann in einen großen Achatmörser gespült und mit Leitfähigkeitswasser sorgfältig verrieben. Hierbei wurden ab und zu die kleinsten Teilchen abdekantiert und der gröbere Bodensatz aufs neue mit Wasser verrieben.

Anfangs benutzte ich für diese Zerkleinerungen Quarzsand oder Schmirgel als Reibmittel. Es stellte sich jedoch dabei heraus, daß dieses sehr schwer aus dem Material zu entfernen war, weshalb ich später ohne irgendwelche Zusätze die Zerkleinerung ausführte. Nach mehrstündiger Behandlung ist das Material im allgemeinen so fein, daß man es ohne weiteres in Wasser leicht suspendieren kann. Diese Suspension wird trotz der Auswaschung des Materials im allgemeinen noch eine nicht unbedeutende elektrische Leitfähigkeit aufweisen, ein Zeichen des Vorhandenseins von Elektrolyten. Um diese zu entfernen, könnte man an Dialyse der Suspension denken, aber ich habe es vorteilhafter gefunden, das Material durch intensive Zentrifugierung zu reinigen. Die Teilchen sind im allgemeinen größer als 5 μ im Durchschnitt, und wenn man mit einer elektromotorisch betriebenen Zentrifuge von ca. 3000 Drehungen pro Minute (bei einem Radius von 20 cm) arbeitet, gelingt es ohne besondere Schwierigkeiten, die Hauptmasse des Materials am Boden der Zentrifugenröhre zu sammeln. Wird nun der Bodensatz allmählich unter tropfenweisem Zusatz von Leitfähigkeitswasser verrieben, bekommt man wieder eine Suspension, welche aufs neue zentrifugiert wird usw.

Auf diese Weise kann man Suspensionen pflanzlicher Gewebeteile mit einer Leitfähigkeit von $K = 1-2 \cdot 10^{-5}$ rez. Ohm leicht erhalten.

Die auf eben beschriebene Weise dargestellten Suspensionen enthalten, mit Ausnahme sämtlicher leichtlöslicher Körper, die im Ausgangsmaterial vorhandenen Stoffe in feiner Zerteilung. Wenn darunter irgendwelche Säuren vorhanden sind, so läßt sich dies nicht ohne weiteres durch die bekannten Reaktionen nachweisen, denn diese hängen ja von dem Vorhandensein bestimmter Mengen abgespaltener Wasserstoffionen ab, und da sämtliche Körper schwer löslich sind, können diese nur in ganz geringer Zahl vorhanden sein. Gegen Lackmus oder Methylorange reagieren sie daher neutral.

Erst wenn Hydroxylionen mit ins Spiel kommen und mit diesen wenigen vorhandenen Wasserstoffionen unter Wasserbildung reagieren, können wir erwarten, daß die Säuren in Lösung gehen. Haben wir es dabei mit einer weitgehend dissoziierten Base, z. B. NaOH, zu tun, so muß sich die Leitfähigkeit des gemischten Systems vermindern, weil die schnell beweglichen OH'-Ionen durch die weniger beweglichen Anionen der Säure ersetzt werden. Aber wir können aus einem solchen Resultat in bezug auf die Säurenatur keine sicheren Schlüsse ziehen, da die Leitfähigkeitsverminderung ebenso gut durch Verminderung der Ionenzahl infolge adsorptiver Bindung seitens der suspendierten Körper verursacht werden konnte.

Nehmen wir dagegen als Base eine verdünnte wässerige Ammoniaklösung, so gestaltet sich die Sache anders. Wir haben hier vor dem Zusatz der Suspension folgendes Gleichgewicht:

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4OH \rightleftarrows NH_4^{\cdot} + OH',$$

welches nach links ziemlich stark verschoben ist. Ist die Konzentration 0,1 normal, so beträgt der ionisierte Teil z. B. nur zirka 5 Prozent.

Betrachten wir jetzt die elektrische Leitfähigkeit dieses Systems, so wird der Elektrizitätstransport durch die Ionen $NH_4^{\cdot}$ und OH' besorgt. Da jedoch die Zahl der Ionen relativ klein ist, wird die Leitfähigkeit im Vergleich mit einer Ammoniumsalzlösung gleicher Normalität, bei der die Dissoziation ziemlich vollständig ist, trotz der großen Beweglichkeit der vorhandenen OH'-Ionen ziemlich klein ausfallen. Versetzt man nun einerseits eine wässerige Suspension irgendeines Körpers, andererseits ein gleiches Volumen Wasser mit gleichen Volumina Ammoniak, so können beim Vergleich der beiden Systeme folgende 3 Fälle eintreten.

I. Die Base bleibt ohne Einwirkung auf den suspendierten Körper. — In diesem Falle ist die Leitfähigkeit beider Systeme: der Suspension und der wässerigen Lösung, dieselbe, vorausgesetzt, daß man bei der Suspension die ursprünglich vorhandene Leitfähigkeit in Abzug bringt.

II. Der suspendierte Körper adsorbiert die Base, wobei die Leitfähigkeit der Suspension kleiner wird als die der wässerigen Ammoniaklösung.

III. Der suspendierte Körper ist eine Säure und bildet mit dem Ammoniak ein Salz. — Dabei muß eine Steigerung der Leitfähigkeit im Vergleich mit der der wässerigen Lösung eintreten, weil, trotzdem die sehr beweglichen OH' Anionen durch wenig beweglichere Anionen ersetzt werden, das gebildete Salz viel weitgehender dissoziiert ist als die Base.

Die experimentelle Prüfung wurde nun durch Messung der Leitfähigkeit in gewöhnlicher Weise mit Wechselstrominduktorium und Brückenanordnung vorgenommen. Sämtliche Versuche wurden im Thermostaten bei einer auf 0,02° C konstant gehaltenen Temperatur ausgeführt.

In den folgenden Tabellen 1—4 sind einige Versuchsergebnisse wiedergegeben. Es zeigt sich, daß in sämtlichen Fällen tatsächlich eine Steigerung der Leitfähigkeit stattgefunden hat, was uns den obigen Ausführungen gemäß zu dem Schlusse berechtigt, daß in den Suspensionen Säuren vorhanden sind, welche mit Ammoniak lösliche Ammoniumsalze bilden. Tatsächlich kann man auch, wenn man nach beendigtem Versuch die jetzt alkalische Suspension wiederum kräftig zentrifugiert, und den vom Alkali nicht angegriffenen Teil der Pflanzensubstanz als Bodensatz entfernt, aus der abgeheberten Lösung durch vorsichtige Ansäuerung mit Chlorwasserstoffsäure einen gelatinösen Körper ausfällen, welcher die Eigenschaften einer Pektinsäure zeigt.

Sind nur ganz geringe Säuremengen vorhanden und besteht die Suspension ihrer Hauptmasse nach aus indifferentem Material, so wird anfangs der durch die Säuren bedingte Zuwachs der Leitfähigkeit durch die Adsorption des Ammoniaks seitens der Hauptmasse der suspendierten Teilchen verdeckt. Da diese Adsorption dem exponentialen Charakter des Adsorptionsverlaufs gemäß besonders bei den kleinsten Ammoniakkonzentrationen sich relativ am stärksten bemerkbar macht, so wird hier die Leitfähigkeit der Suspension gemäß Fall 2 kleiner als die der wässerigen Lösung. Je mehr Ammoniak aber zugesetzt wird, desto mehr nähern wir uns dem Maximum der Adsorption; der adsorbierte Teil des

Ammoniaks (oder $NH_4^{\cdot}$ und OH'ionen) wird prozentual geringer, und dank dem gleichzeitig infolge Vorhandenseins der Säure gebildeten weitgehend dissoziierten Ammoniumsalz ist die Leitfähigkeit der Suspension jetzt größer als die der wässerigen Lösung.

Einen solchen Fall haben wir in Tabelle 5, wo das Material aus lebenden *Sphagnum acutifolium*-Pflanzen bestand. Wir sehen dort, daß die beiden Versuchsreihen nach Zusatz von 10 ccm Ammoniak fast dieselbe Leitfähigkeit aufweisen (205,3 resp. 204,0) und man könnte, falls nur diese Konzentration berücksichtigt würde, vermuten, daß hier der 2te Fall vorliege, während die Werte am Ende der Reihe deutlich anzeigen, daß Säuren, wenn auch in kleiner Menge, vorhanden sind. Es ist deshalb bei Versuchen dieser Art notwendig, sich nicht auf ein oder zwei Konzentrationswerte zu beschränken, sondern eine ganze Reihe Messungen auszuführen.

Tab. 1.

Buchenlaub,
winterdürr vom Baum gepflückt.

Die Versuche wurden so ausgeführt, daß abgemessene Volumina 0,2 normal. Ammoniak einerseits zu 50 ccm der Buchenlaubsuspension (mit 2,4 Proz. Trockensubstanz), andererseits zu reinem Wasser zugesetzt wurden und die resp. Leitfähigkeiten im Thermostaten bei 20° gemessen wurden.

Zugesetztes Volumen NH_4OH ccm	Leitfähigkeit in rez. Ohm		Differenz Δ
	der wäss. Lösung	der Suspension	
0	$1{,}8\cdot 10^{-6}$	$14{,}6\cdot 10^{-6}$	$+\ 12{,}8\cdot 10^{-6}$
1	$60{,}1\cdot 10^{-6}$	$130{,}6\cdot 10^{-6}$	$+\ 70{,}5\cdot 10^{-6}$
2	$87{,}4\cdot 10^{-6}$	$222{,}8\cdot 10^{-6}$	$+135{,}4\cdot 10^{-6}$
3	$107{,}2\cdot 10^{-6}$	$289{,}0\ 10^{-6}$	$+181{,}8\cdot 10^{-6}$
4	$126{,}0\cdot 10^{-6}$	$333{,}4\cdot 10^{-6}$	$+207{,}4\ 10^{-6}$
5	$141{,}3\ 10^{-6}$	$386{,}6\cdot 10^{-6}$	$+245{,}3\cdot 10^{-6}$
6	$155{,}9\ 10^{-6}$	$433{,}0\cdot 10^{-6}$	$+277{,}1\cdot 10^{-6}$
7	$169{,}0\cdot 10^{-6}$	$473{,}4\ 10^{-6}$	$+304{,}4\ 10^{-6}$
8	$182{,}1\cdot 10^{-6}$	$501{,}8\cdot 10^{-6}$	$+319{,}7\cdot 10^{-6}$
9	$193{,}7\cdot 10^{-6}$	$532{,}6\ 10^{-6}$	$+338{,}9\cdot 10^{-6}$
10	$205{,}3\cdot 10^{-6}$	$563{,}4\cdot 10^{-6}$	$+358{,}1\cdot 10^{-6}$
11	$217{,}2\cdot 10^{-6}$	$587{,}4\cdot 10^{-6}$	$+370{,}2\ 10^{-6}$
12	$227{,}1\cdot 10^{-6}$	$609{,}8\ 10^{-6}$	$+382{,}7\cdot 10^{-6}$
13	$238{,}2\cdot 10^{-6}$	$629{,}8\cdot 10^{-6}$	$+391{,}6\cdot 10^{-6}$
14	$248{,}9\cdot 10^{-6}$	$654{,}8\cdot 10^{-6}$	$+405{,}9\cdot 10^{-6}$
15	$257{,}2\cdot 10^{-6}$	$683{,}0\ 10^{-6}$	$+425{,}8\cdot 10^{-6}$

Tab. 2.

Tannennadeln,
frisch im Winter eingesammelt.

Die Versuche wurden in ganz ähnlicher Weise wie die in Tab. 1 ausgeführt. Die Suspension enthielt 7,3 Proz. Trockensubstanz. Die Versuchstemperatur war jetzt 25° C.

Zugesetztes Volumen NH_4OH ccm	Leitfähigkeit in rez. Ohm		Differenz Δ
	der wäss. Lösung	der Suspension	
0	$3{,}1 \cdot 10^{-6}$	$27{,}3\ 10^{-6}$	$+\ 24{,}2 \cdot 10^{-6}$
1	$70{,}6\ 10^{-6}$	$136{,}1 \cdot 10^{-6}$	$+\ 65{,}5 \cdot 10^{-6}$
2	$100{,}3 \cdot 10^{-6}$	$213{,}2\ 10^{-6}$	$+ 112{,}9 \cdot 10^{-6}$
3	$121{,}5 \cdot 10^{-6}$	$300{,}0 \cdot 10^{-6}$	$+ 178{,}5 \cdot 10^{-6}$
4	$141{,}3\ 10^{-6}$	$298{,}4 \cdot 10^{-6}$	$+ 257{,}1 \cdot 10^{-6}$
5	$158{,}0 \cdot 10^{-6}$	$449{,}4 \cdot 10^{-6}$	$+ 291{,}0 \cdot 10^{-6}$
6	$174{,}1 \cdot 10^{-6}$	$496{,}8 \cdot 10^{-6}$	$+ 322{,}7 \cdot 10^{-6}$
7	$191{,}0\ 10^{-6}$	$540{,}8 \cdot 10^{-6}$	$+ 349{,}8 \cdot 10^{-6}$
8	$207{,}8 \cdot 10^{-6}$	$578{,}2 \cdot 10^{-6}$	$+ 370{,}4 \cdot 10^{-6}$
9	$222{,}8\ 10^{-6}$	$609{,}8 \cdot 10^{-6}$	$+ 387{,}0 \cdot 10^{-6}$
10	$237{,}6 \cdot 10^{-6}$	$633{,}4 \cdot 10^{-6}$	$+ 395{,}8\ 10^{-6}$
11	$250{,}9\ 10^{-6}$	$658{,}4 \cdot 10^{-6}$	$+ 407{,}5 \cdot 10^{-6}$
12	$266{,}2 \cdot 10^{-6}$	$677{,}2\ 10^{-6}$	$+ 411{,}0 \cdot 10^{-6}$
13	$279{,}6 \cdot 10^{-6}$	$696{,}8 \cdot 10^{-6}$	$+ 417{,}2 \cdot 10^{-6}$
15	$305{,}7 \cdot 10^{-6}$	$717{,}4 \cdot 10^{-6}$	$+ 411{,}7 \cdot 10^{-6}$

Tab. 3.

Luzernenmehl
aus Stengeln und Blättern. Das bekannte Ersatznährstoffpräparat von Prof. Dr. H FRIEDENTHAL, Berlin-Nikolassee.

Die Versuche wurden in ganz ähnlicher Weise wie die in Tab. 1 ausgeführt. Die Suspension enthielt 1,15 Proz. Trockensubstanz. Die Versuchstemperatur war 20° C.

Zugesetztes Volumen NH_4OH ccm	Leitfähigkeit in rez. Ohm		Differenz Δ
	der wäss. Lösung	der Suspension	
0	$1{,}8\ 10^{-6}$	$21{,}7 \cdot 10^{-6}$	$+ 19{,}9 \cdot 10^{-6}$
1	$60{,}1 \cdot 10^{-6}$	$93{,}7 \cdot 10^{-6}$	$+ 33{,}6 \cdot 10^{-6}$
2	$87{,}4 \cdot 10^{-6}$	$152{,}8\ 10^{-6}$	$+ 65{,}4 \cdot 10^{-6}$
4	$126{,}0 \cdot 10^{-6}$	$193{,}3 \cdot 10^{-6}$	$+ 67{,}3 \cdot 10^{-6}$
5	$141{,}3\ 10^{-6}$	$219{,}1 \cdot 10^{-6}$	$+ 77{,}9\ 10^{-6}$
8	$182{,}1 \cdot 10^{-6}$	$271{,}6\ 10^{-6}$	$+ 89{,}5 \cdot 10^{-6}$
10	$205{,}3 \cdot 10^{-6}$	$301{,}2 \cdot 10^{-6}$	$+ 95{,}9 \cdot 10^{-6}$
15	$257{,}2\ 10^{-6}$	$351{,}0 \cdot 10^{-6}$	$+ 93{,}8 \cdot 10^{-6}$

Tab. 4.

Haferstrohmehl.

Probe von Professor H. FRIEDENTHALs Ersatzmehl[1]).

Die Versuche wurden in ganz ähnlicher Weise wie die in Tab. 1 ausgeführt. Die Suspension enthielt 1,02 Proz. Trockensubstanz. Die Versuchstemperatur war 20° C.

Zugesetztes Volumen NH_4OH ccm	Leitfähigkeit in rez. Ohm		Differenz Δ
	der wäss. Lösung	der Suspension	
0	$1{,}8\cdot 10^{-6}$	$7{,}8\cdot 10^{-6}$	$+\ 6{,}0\cdot 10^{-6}$
1	$60{,}1\cdot 10^{-6}$	$61{,}4\ 10^{-6}$	$+\ 1{,}3\cdot 10^{-6}$
2	$87{,}4\cdot 10^{-6}$	$100{,}3\ 10^{-6}$	$+12{,}9\cdot 10^{-6}$
4	$126{,}0\ 10^{-6}$	$150{,}2\cdot 10^{-6}$	$+24{,}2\ 10^{-6}$
5	$141{,}3\cdot 10^{-6}$	$173{,}1\ 10^{-6}$	$+31{,}8\ 10^{-6}$
8	$182{,}1\cdot 10^{-6}$	$227{,}9\cdot 10^{-6}$	$+45{,}8\ 10^{-6}$
10	$205{,}3\cdot 10^{-6}$	$261{,}8\ 10^{-6}$	$+56{,}5\cdot 10^{-6}$

Tab. 5.

Sphagnum acutifolium.

Die Versuche wurden in ganz ähnlicher Weise wie die in Tab. 1 ausgeführt. Die Suspension enthielt 1,6 Proz. Trockensubstanz.

Die Versuchstemperatur war 20° C.

Zugesetztes Volumen NH_4OH ccm	Leitfähigkeit in rez. Ohm		Differenz Δ
	der wäss. Lösung	der Suspension	
0	$1{,}8\ 10^{-6}$	$2{,}9\cdot 10^{-6}$	$+\ 1{,}1\cdot 10^{-6}$
1	$60{,}1\cdot 10^{-6}$	$12{,}8\cdot 10^{-6}$	$-47{,}3\cdot 10^{-6}$
2	$87{,}4\cdot 10^{-6}$	$22{,}7\ 10^{-6}$	$-64{,}7\cdot 10^{-6}$
3	$107{,}2\cdot 10^{-6}$	$33{,}9\ 10^{-6}$	$-63{,}3\cdot 10^{-6}$
4	$126{,}0\cdot 10^{-6}$	$72{,}1\cdot 10^{-6}$	$-53{,}9\ 10^{-6}$
5	$141{,}3\cdot 10^{-6}$	$107{,}7\cdot 10^{-6}$	$-33{,}6\ 10^{-6}$
8	$182{,}1\cdot 10^{-6}$	$169{,}0\cdot 10^{-6}$	$-13{,}1\ 10^{-6}$
10	$205{,}3\cdot 10^{-6}$	$204{,}0\ 10^{-6}$	$-\ 1{,}3\cdot 10^{-6}$
12	$227{,}1\cdot 10^{-6}$	$230{,}2\ 10^{-6}$	$+\ 3{,}1\ 10^{-6}$
13	$238{,}2\ 10^{-6}$	$246{,}4\cdot 10^{-6}$	$+\ 8{,}2\ 10^{-6}$
15	$257{,}2\cdot 10^{-6}$	$268{,}4\cdot 10^{-6}$	$+11{,}2\cdot 10^{-6}$
18	$279{,}6\cdot 10^{-6}$	$292{,}6\cdot 10^{-6}$	$+13{,}0\cdot 10^{-6}$
20	$295{,}0\cdot 10^{-6}$	$320{,}0\ 10^{-6}$	$+25{,}0\cdot 10^{-6}$

---

[1]) Für die große Liebenswürdigkeit, mir Proben seiner bekannten Präparate zur Verfügung zu stellen, möchte ich hier Herrn Professor Dr. FRIEDENTHAL bestens danken.

Es ist übrigens von Interesse, daß die verschiedenen Präparate einen augenscheinlich ganz verschiedenen Gehalt an diesen schwerlöslichen Säuren aufweisen. Die letzte Kolumne der Tabellen enthält ja die Differenz $\varDelta$ zwischen der Leitfähigkeit der ammoniakalischen Suspension und der reinen Ammoniaklösung und kann als ein Maß für die Menge der gebildeten Salze aufgefaßt werden, wenngleich natürlich von einer Proportionalität gar keine Rede sein kann. Der prozentische Gehalt an Trockensubstanz war ja bei den verschiedenen Versuchen nicht derselbe, aber man erkennt doch aus den Zahlen der $\varDelta$-Reihe, daß die Buchenblätter viel reicher an Säuren sind als die übrigen Präparate.

Das Luzernenmehl und Strohmehl enthält etwa gleich große Säuremengen, die Sphagnen dagegen nur ganz unbedeutende, und nur bei größeren Ammoniakkonzentrationen kommt ihre saure Natur zum Vorschein.

Diese Ergebnisse stehen mit den Befunden der Extraktionen mit Ammoniak in Einklang. Wurden nämlich die Präparate während einer Woche mit 4 normalem Ammoniak extrahiert und dann die Pektinsäuren mit Chlorwasserstoffsäure ausgefällt, erhielt man

aus Buchenlaub	14	Proz.
Luzerne	9,5	„
Haferstroh	8	„
Sphagnum acutifolium . .	0,8	„

Teilweise sind diese Pektinsäuren jedoch mit Kalk neutralisiert, was daraus ersichtlich ist, daß, wenn das Material zur Zersetzung der Kalziumpektinate vorher mit Chlorwasserstoffsäure behandelt war, man dann größere Mengen Pektinsäuren mit Ammoniak extrahieren konnte. So bekam man in diesem Fall [1]) folgende Pektinsäuremengen aus:

Buchenlaub	18,1	Proz.
Luzerne	22,8	„
Hafer	12	„
Sphagnum acutifolium . .	2,45	„

Es scheint mir, daß man durch die eben erwähnten Eigenschaften: ausgeprägte Säurenatur und außerordentlich geringe Löslichkeit, dazu eine gewisse Neigung zum Auftreten als gelatinöse Kolloide, eine bestimmte Gruppe pflanzlicher Kohlenhydrate abgrenzen kann, welche Substanzen im Anschluß an frühere Forschungen als Pektinsubstanzen bezeichnet werden können.

---

[1]) Näheres hierüber ist aus einer später erscheinenden Arbeit zu ersehen.

Eine Anzahl von Pflanzenschleimen und Gummiarten würde sich dann auch hieran anschließen, sofern ihre Säurenatur erwiesen ist und sie geringe „echte“ Löslichkeit besitzen.

Es ist dies nicht nur ein Versuch, die bis jetzt weniger scharf begrenzte Pektingruppe näher zu definieren; denn diese überall in den Zellwänden vorhandenen, in der Pflanze durch Kalk teilweise neutralisierten Säuren von geringer Löslichkeit scheinen auch für die Pflanze außer ihrer Rolle als Bindemittel eine ganz bestimmte physiologische Rolle zu spielen, nämlich als Regulator für den Wasserstoff- und Hydroxylionengehalt der zirkulierenden Lösungen, soweit diese mit den Pektinkörpern in Berührung kommen. Denn angenommen, eine alkalische Lösung durchströmt ein Gewebe, in dem Pektinsäure eingelagert ist, so muß sich folgendes abspielen:

Die vorhandenen H-Ionen der Pektinsäure, wenn auch in kleiner Konzentration vorhanden, geben mit den zugeführten OH'-Ionen Wasser, und es entsteht eine gewisse Menge von Pektinat, löslich oder unlöslich, je nach dem Kation des Alkalis.

Es muß offenbar für die Pflanze von Nutzen sein, hier eine schwer lösliche Säure zur Verfügung zu haben, welche nicht weggespült wird und zugleich als Stütz- und Bindesubstanz dienen kann.

Strömt dagegen eine saure Flüssigkeit durch das Gewebe, in dem Kalziumpektinat vorhanden ist, und erreicht der H'-Ionengehalt einen höheren Grad als der durch das Löslichkeitsprodukt der Pektinsäure bedingte H'-Ionengehalt, so muß das Pektinsäureanion des Kalziumpektinats (das ebenfalls in einer, wenngleich kleinen Konzentration vorhanden ist) mit den Wasserstoffionen undissoziierte schwerlösliche Pektinsäure bilden, und es entsteht ein Kalksalz der Säure, löslich oder unlöslich, je nach der Natur des Säureanions.

Wie groß diese Azidität ist, wird von dem bis jetzt nicht bekannten Löslichkeitsgrad und der Dissoziationskonstante der Pektinsäuren abhängen. Jedenfalls werden die abgelagerten Pektinsäuren die Pflanze gegen das Auftreten einer alkalischen Reaktion schützen und den Gewebeflüssigkeiten, soweit sie mit den Pektinkörpern in Berührung kommen, eine neutrale bis schwach saure Reaktion sichern.

Uppsala, Chemisches Universitätslaboratorium, Oktober 1916.

61. Arthur Meyer: Ein interessanter geringelter Baum.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 25. Oktober 1916)

Im Walde des Dorfes Freiendiez bei Diez a. d. L. steht im Distrikte 12, am Waldesrande, beim Waldstein 26 eine große Buche, deren Stamm durch Wegschneiden der Rinde geringelt und, obgleich die Ringelung vor mehr als 6 Jahren erfolgte, gesund und kräftig ist. Ich wurde durch Herrn Prof. C. BALTZER in Diez, welcher den Baum seit 1910 im geringelten Zustand kannte und ihn fortgesetzt beobachtet hatte, auf den Baum aufmerksam gemacht.

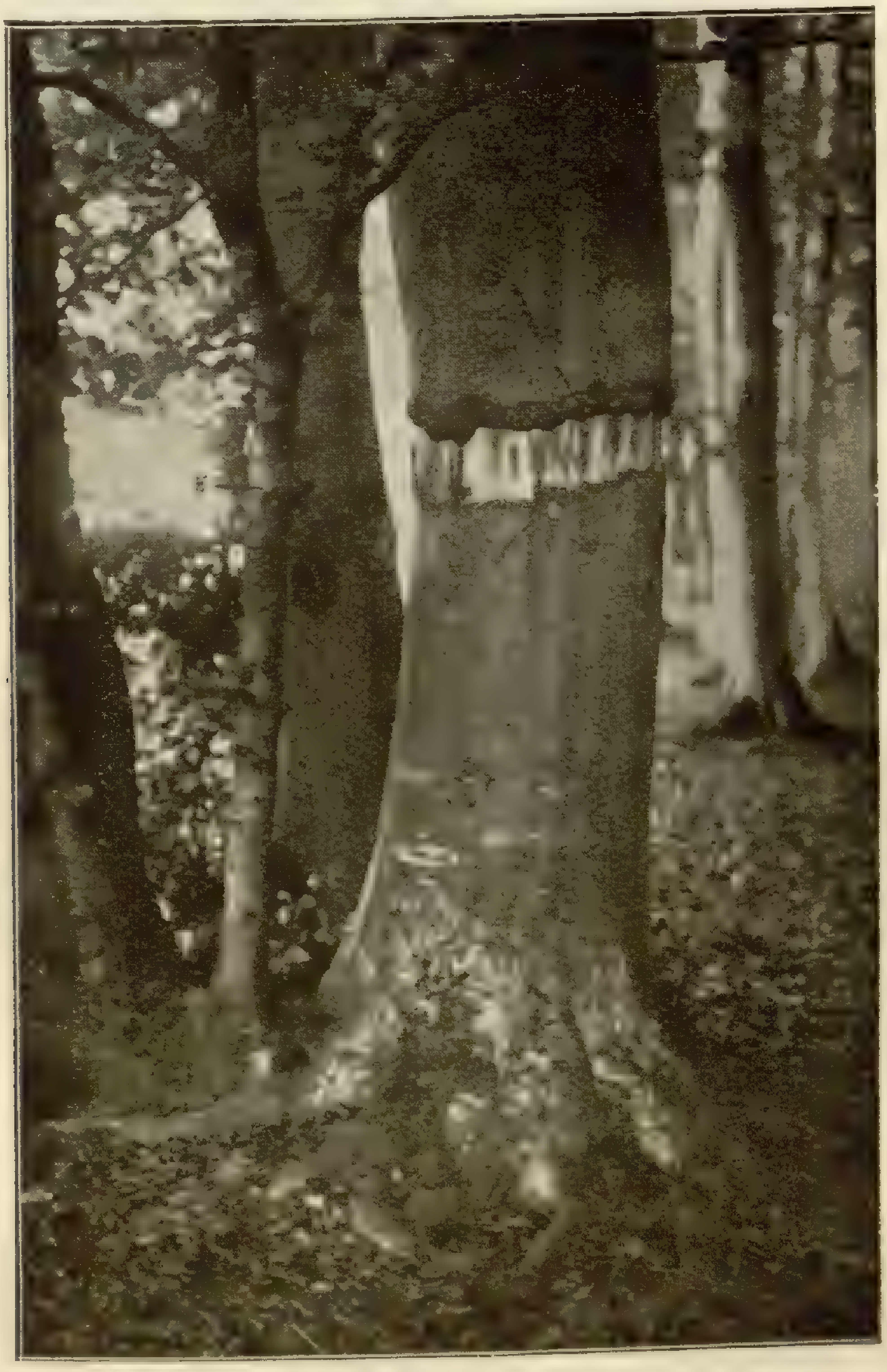


Abbildung A. Geringelte Buche, z der mit der Wurzel verbundene Sproß. Aufnahme von K. Zimmermann in Freiendiez.

Die Buche hat dicht unterhalb der Ringelung, welche ungefähr 130 cm über dem Boden liegt, einen Umfang von ungefähr 160 cm.

Von der geringelten Stelle ist die Rinde vollständig entfernt, und das frei gelegte Holz ist oberflächlich verfärbt und sicher außen bis zu einiger Tiefe abgestorben. Wie es sich damit im Innern des Stammes verhält, müßte genau untersucht werden. Die Ringelung ist an der schmalsten Stelle 3,5 cm breit und verbreitert sich dann mehr und mehr, so daß sie nach 30 cm ihres Verlaufes ungefähr 9 cm und weiter fortlaufend 11 bis 13 cm breit ist. Wie unsere Abbildung A zeigt, endet die Rinde oberhalb der Ringelung mit einem Wulst, der 3 cm dick ist, während das Rindenende, welches unterhalb der Ringelung liegt, keinen wulstigen Rand besitzt.

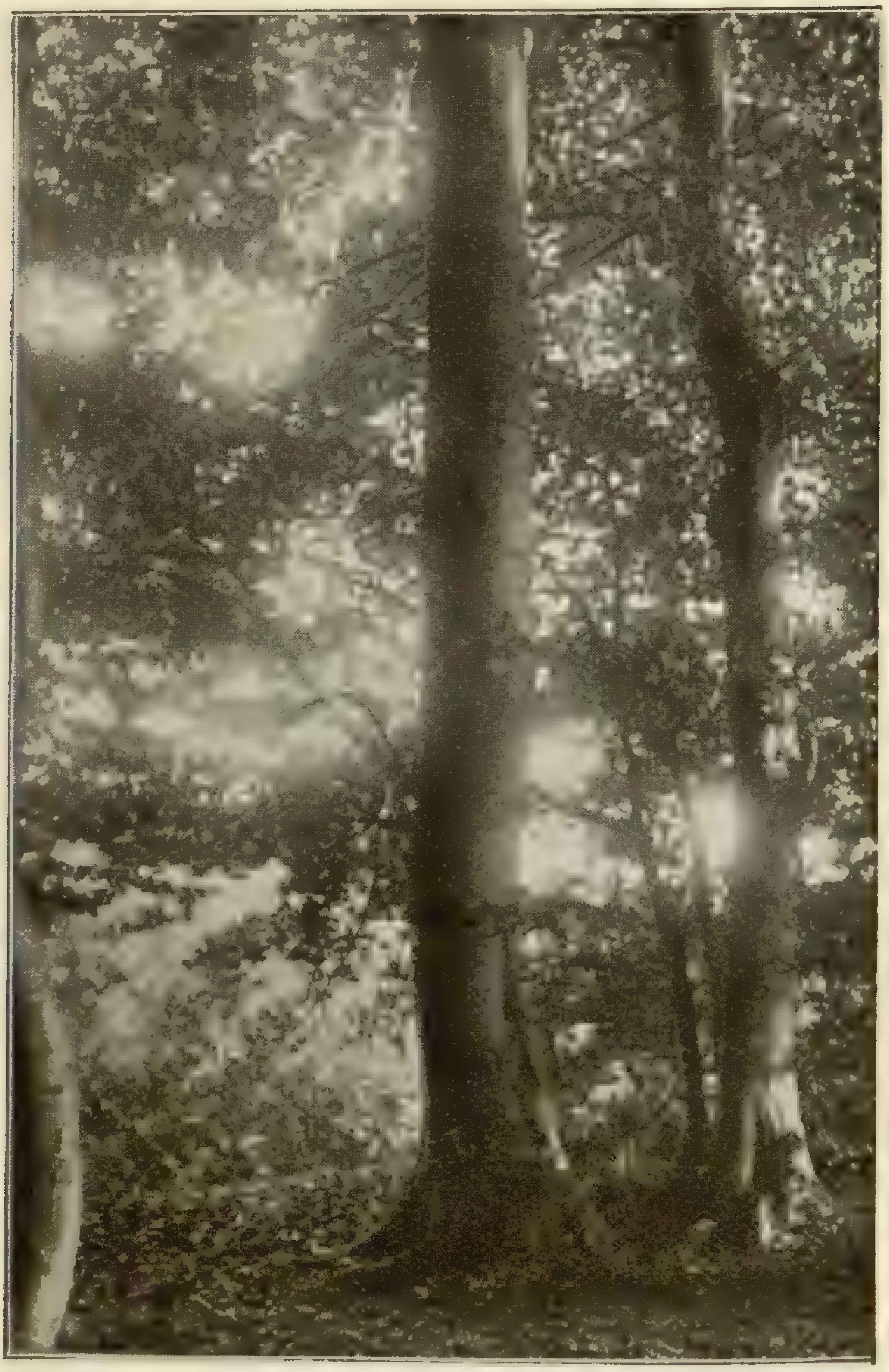


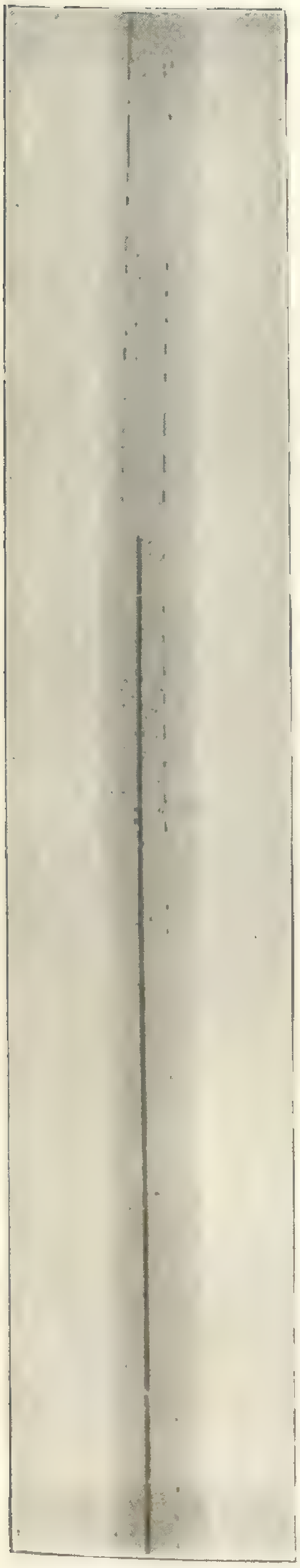
Abbildung B. Geringelte Buche, die relativ starke Verdickung des Stammes oberhalb der Ringelung zeigend.
Aufnahme von K. Zimmermann in Freiendiez.

Eine sehr bemerkenswerte Folge der langen Lebensdauer des geringelten Baumes ist eine auffallende Verdickung des Stammes oberhalb der Ringelung, deren elegante Form am besten aus der Abbildung B zu ersehen ist. Die dickste Stelle hat mindestens einen Umfang von 175 cm.

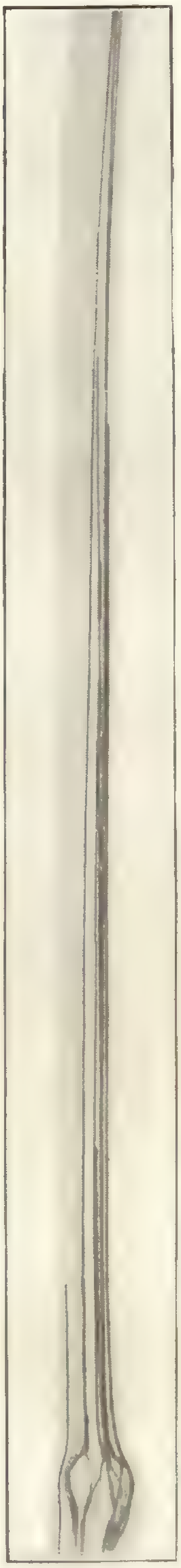
Die lange Lebensdauer des Baumes scheint durch eine dauernd genügende und passende Ernährung des unter der Ringelungsstelle liegenden Teiles des Baumes mit Assimilaten ermöglicht zu sein. Die Untersuchung ließ mit Sicherheit erkennen, daß einer Wurzel des Baumes ein reich verzweigter und belaubter Sproß, dessen relative Hauptachse einen Umfang von ungefähr 27 cm besaß, so aufsaß, daß er seine Assimilate in den Wurzelzweig und dadurch zu dem geringelten Stamme führen konnte. Der Zweig (z) ist in der Figur gut zu sehen. Außerdem schien ein kleiner überwallter Baumstumpf, der einen Zweig von 31 cm Umfang trug, mit dem Baume in Verbindung zu stehen.

Eine genauere, vorzüglich auch anatomische Untersuchung des Baumes wäre selbstverständlich erwünscht. Ich selbst habe nicht die Absicht ihn zu verwerten. Das Botanische Institut in Marburg hat den Baum auf 10 Jahre gepachtet und besitzt das Vorkaufsrecht. Wer sich für den Baum interessiert oder ihn bearbeiten will, wird gern von mir unterstützt werden.

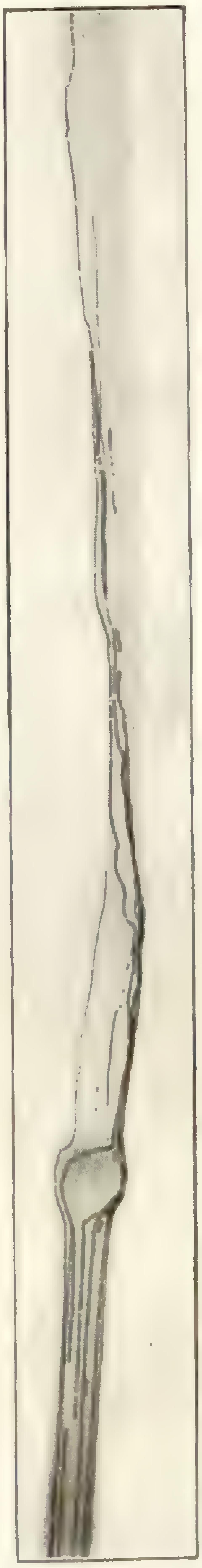
Der Fund legt es übrigens nahe, daß man versuchen könnte, ähnliche Individuen geringelter Bäume herzustellen, bei denen der unter der Ringelung liegende Teil durch einen Sproß ernährt wird. Sie würden über manche Frage der Wasserleitung und Nährstoffleitung Auskunft geben können.



1



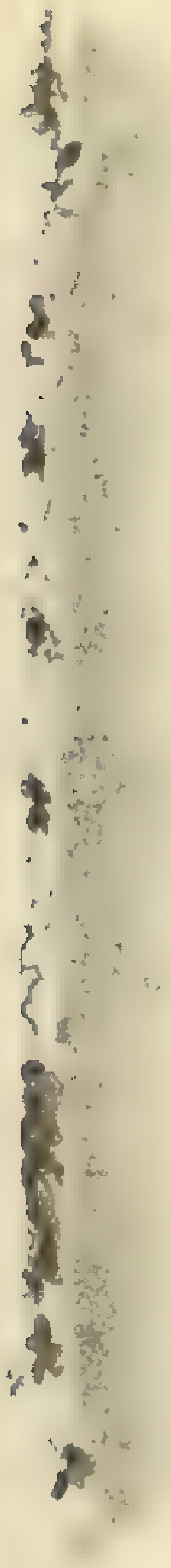
2

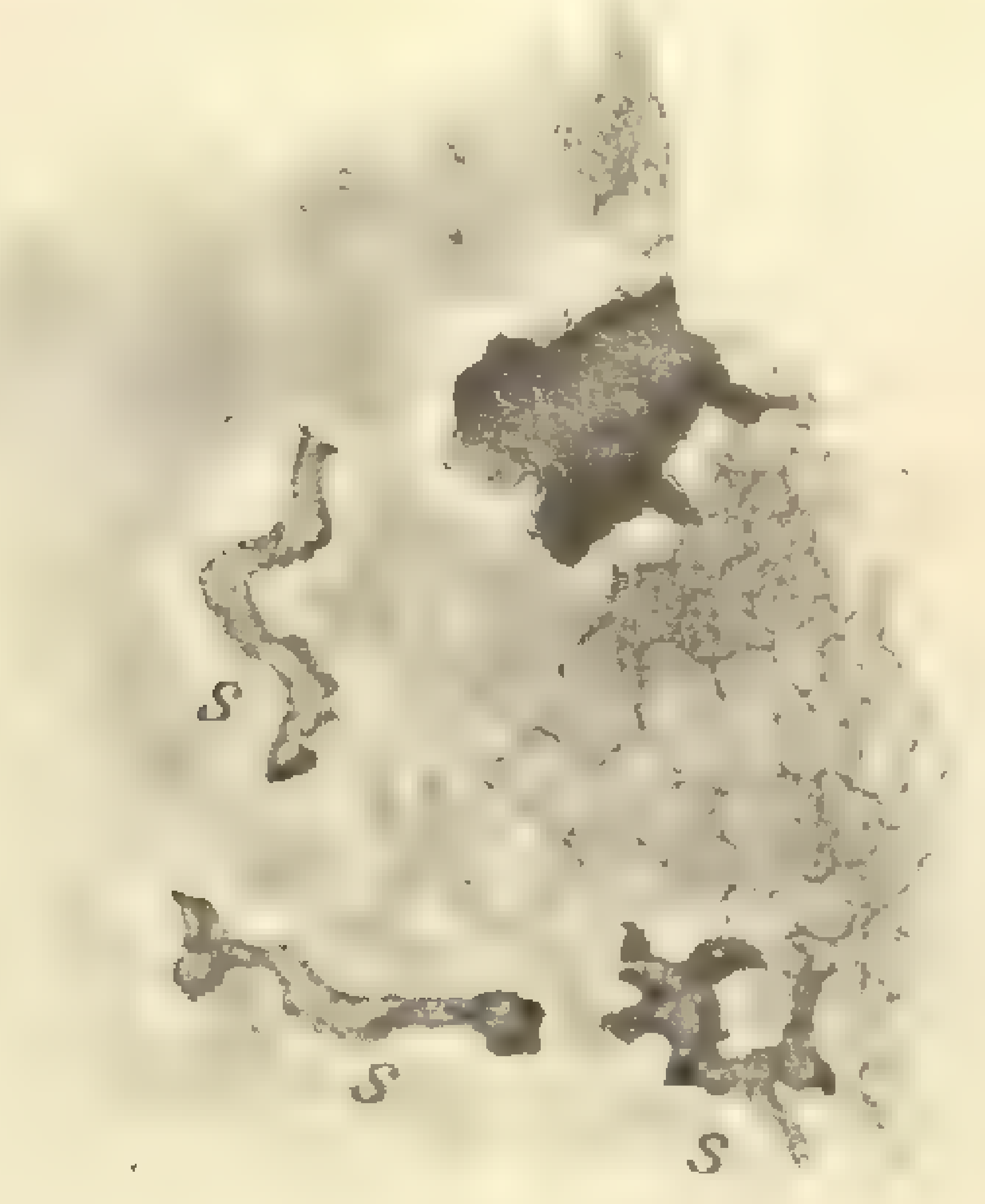


3

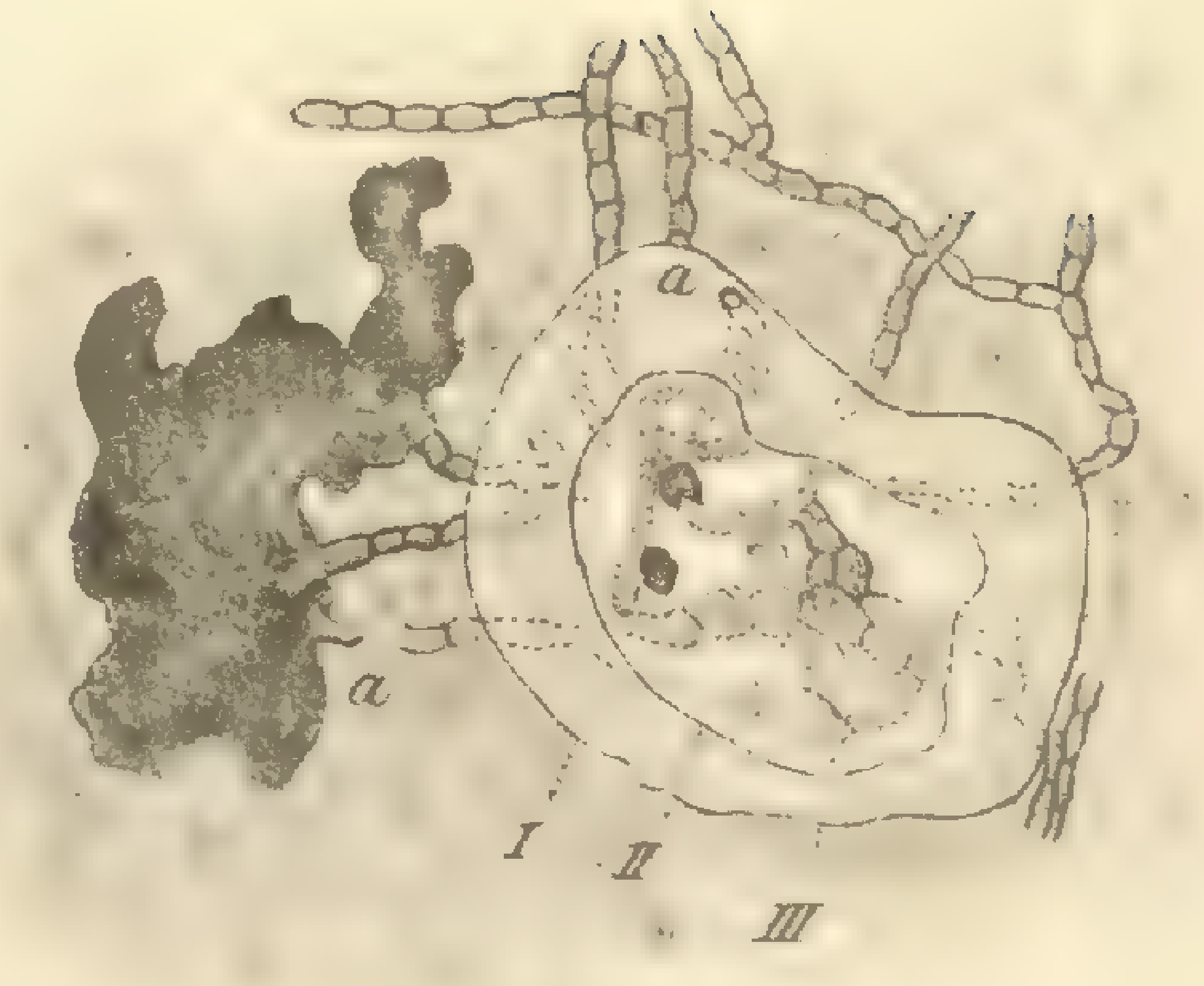
4

5

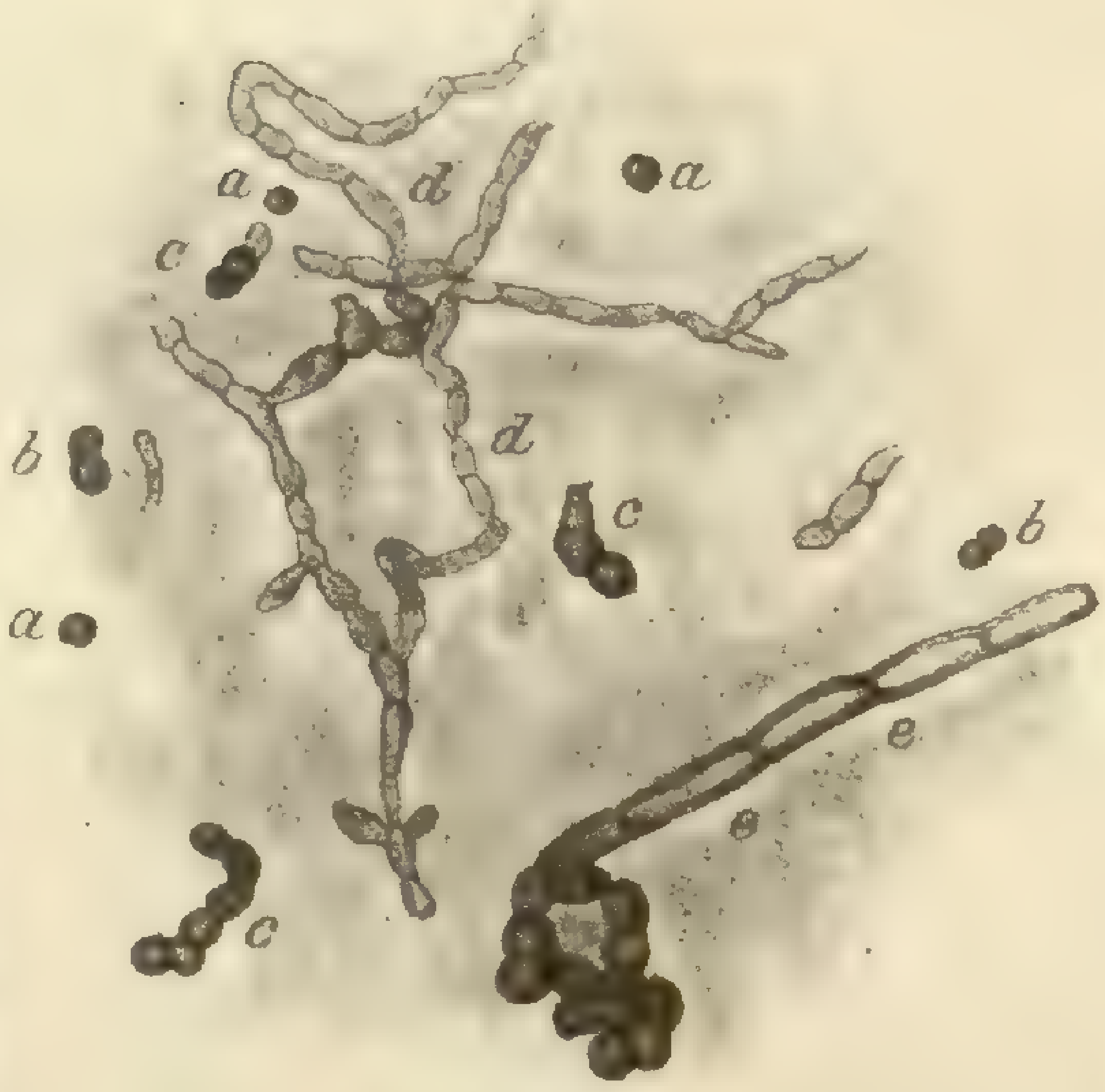

1. 56/1.

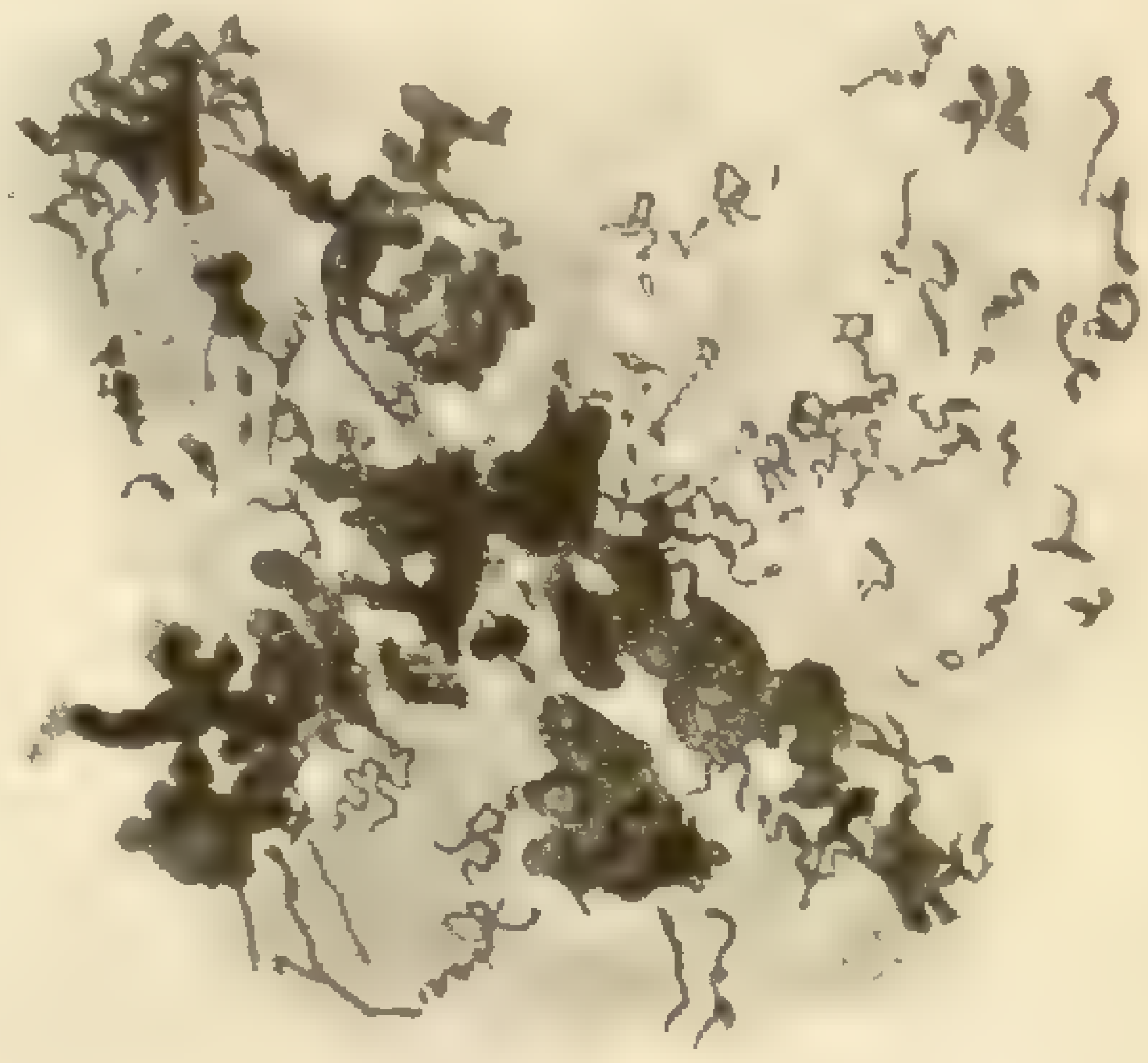


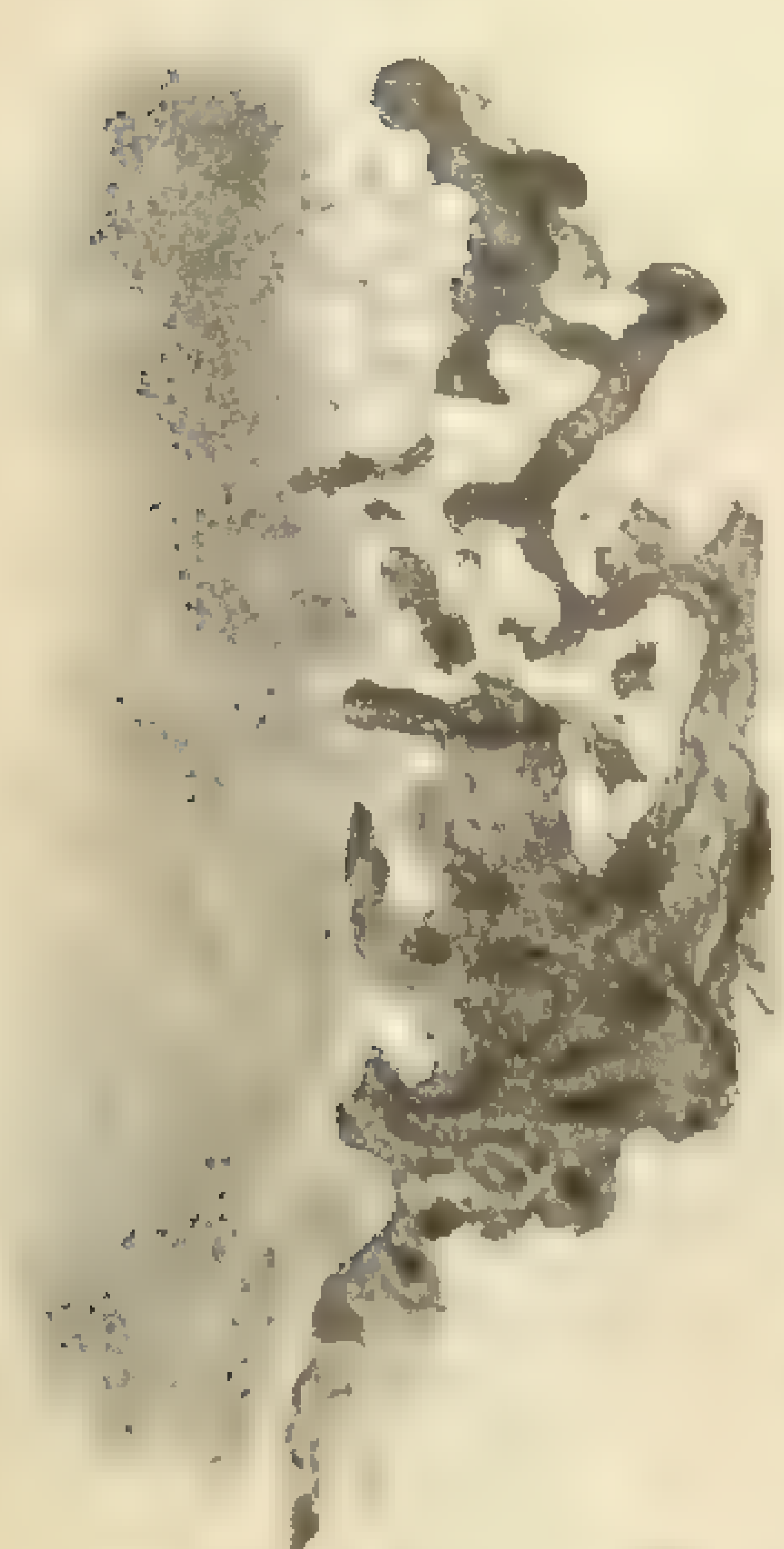
3. 220/1.

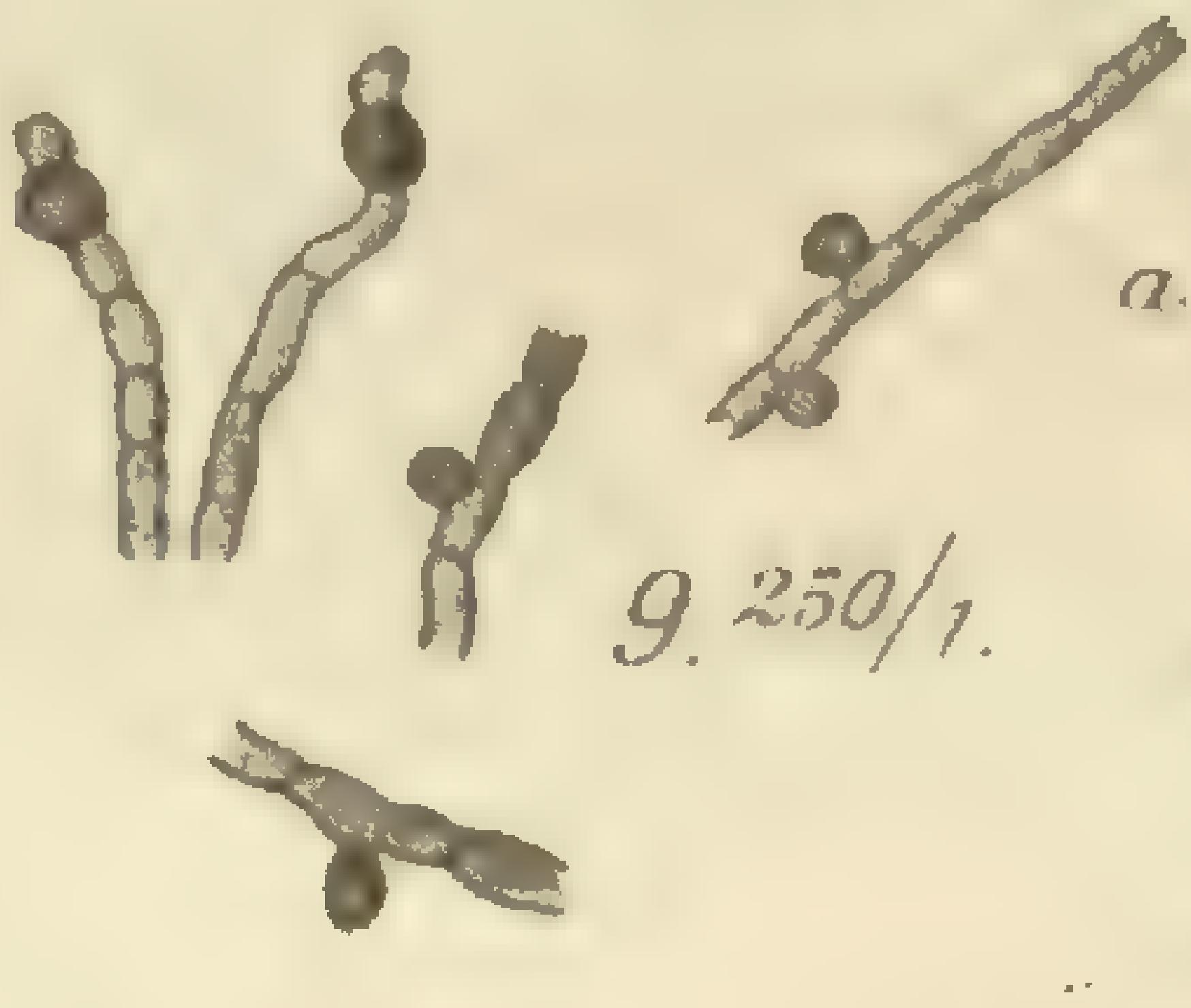


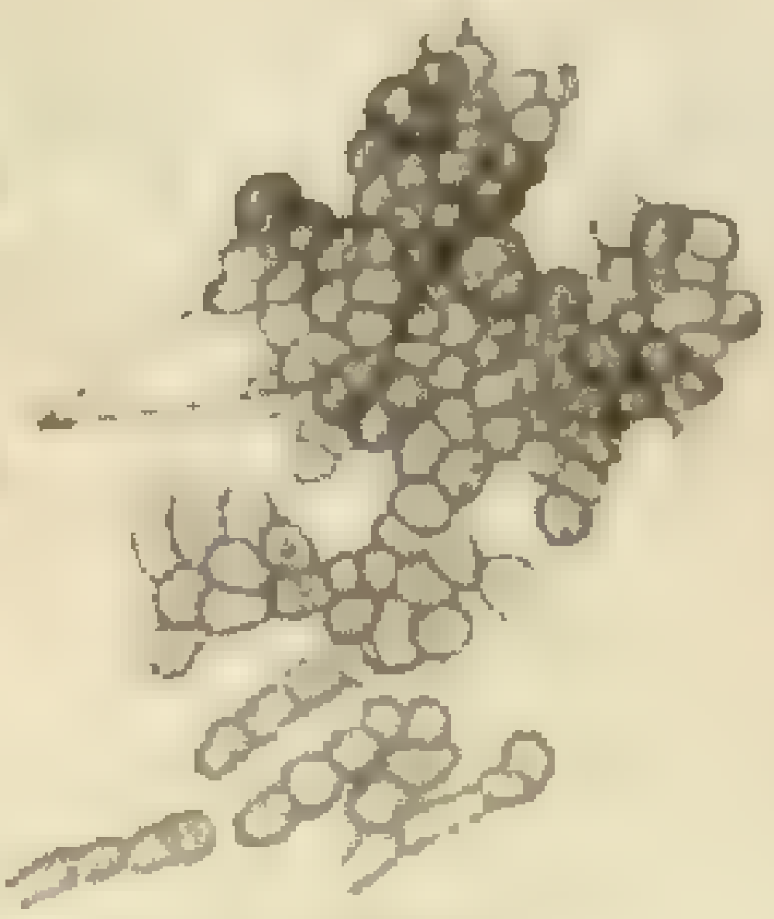
4. 250/1.


a
d
a
c
d
b
c
b
a
e
e
c
6. 250/1.

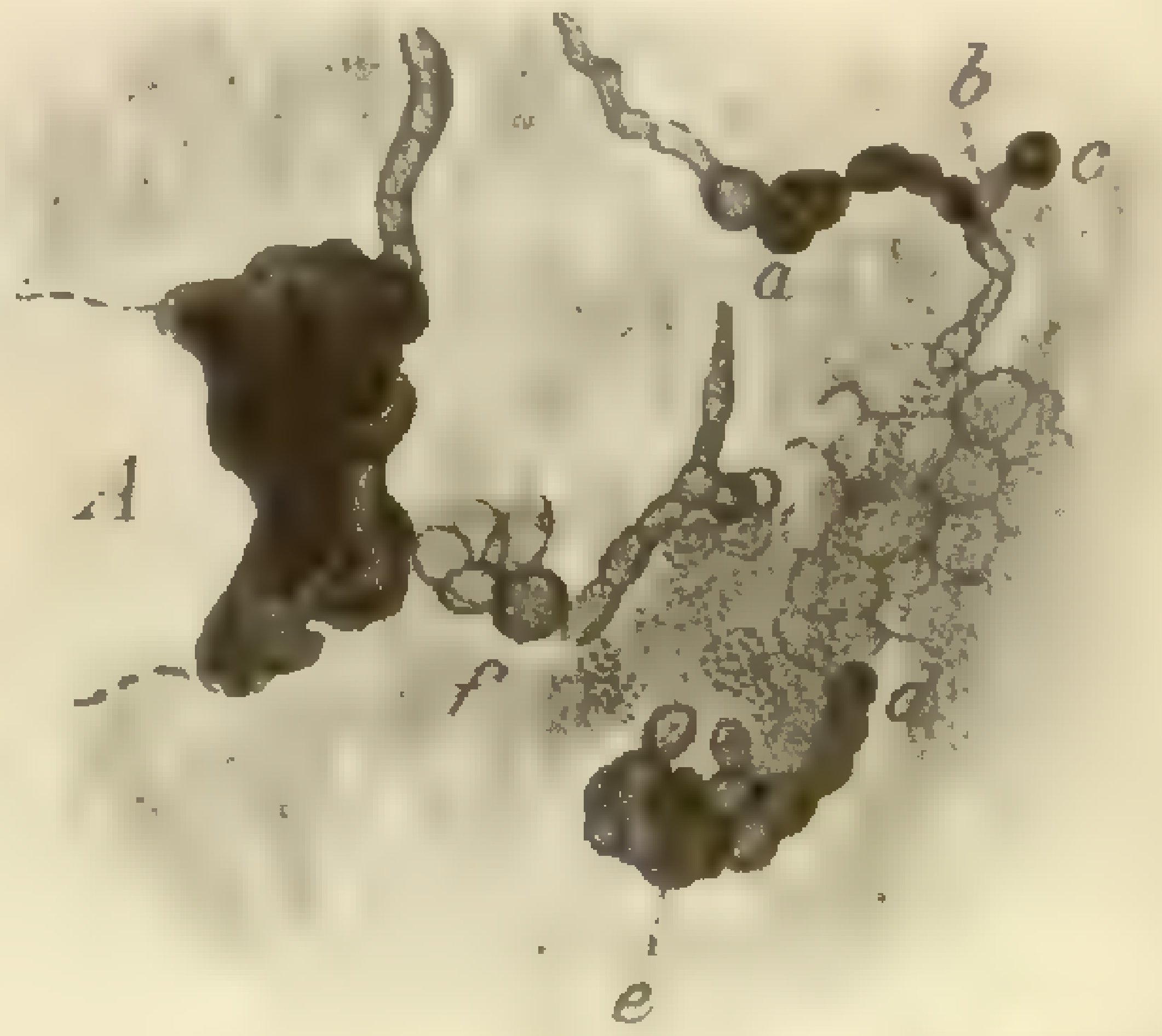

5. 56/1.


2. 220/1.

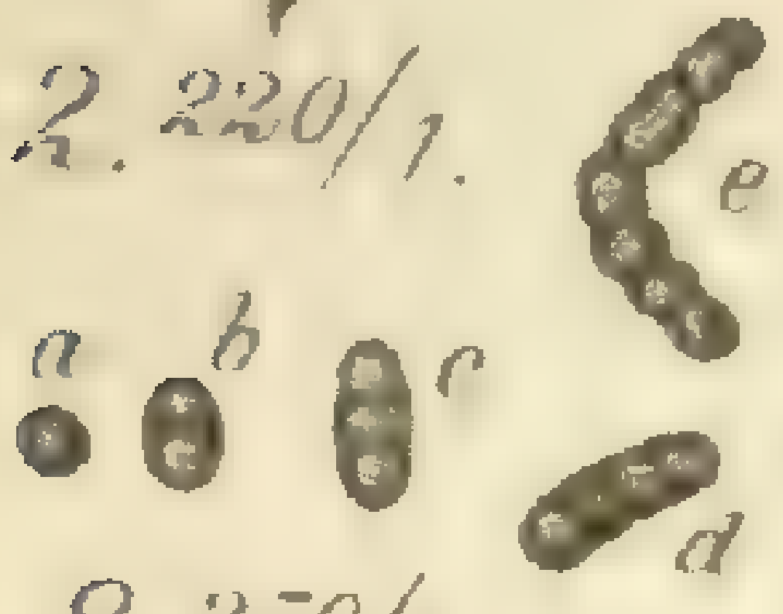

9. 250/1.



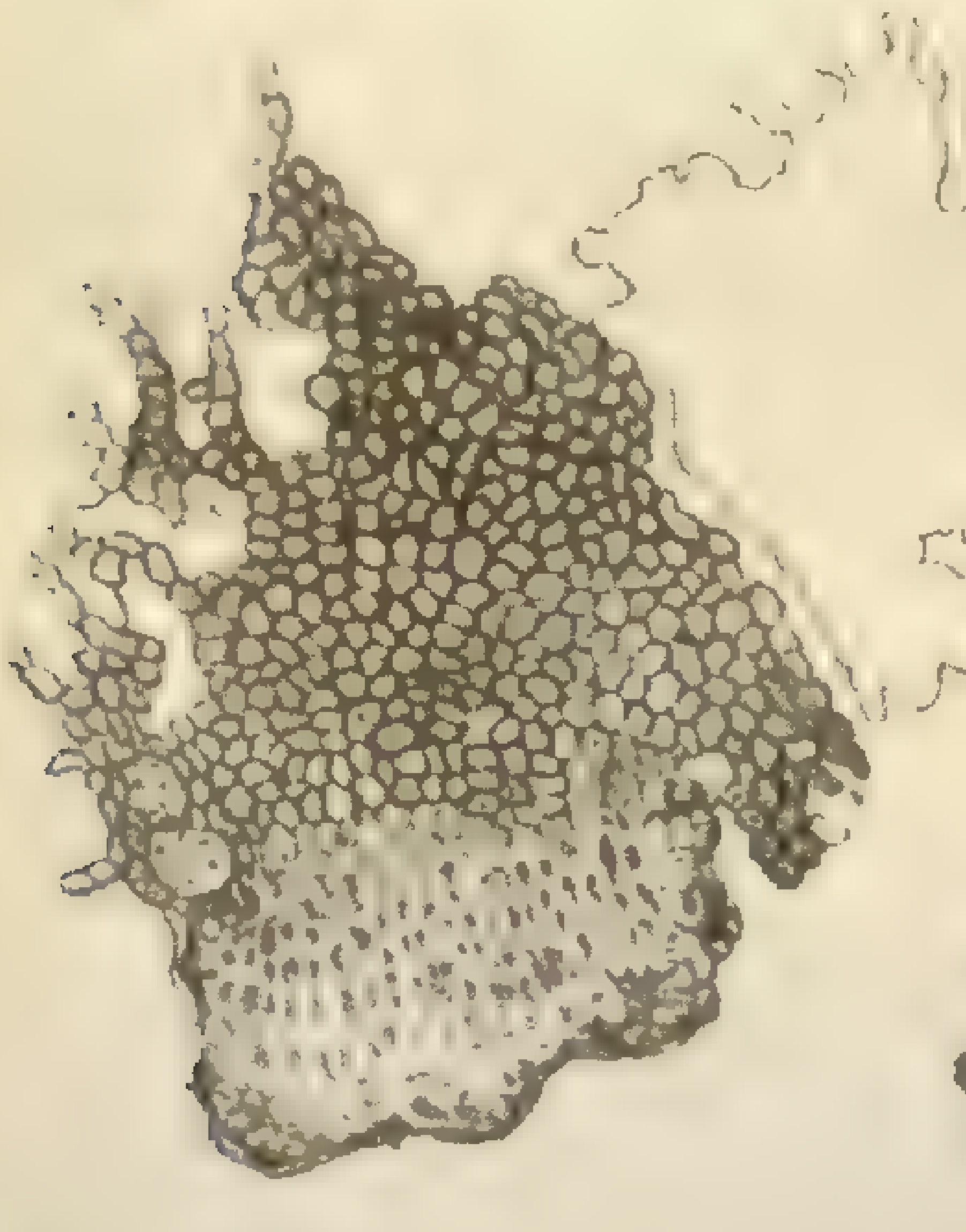
12. 250/1.

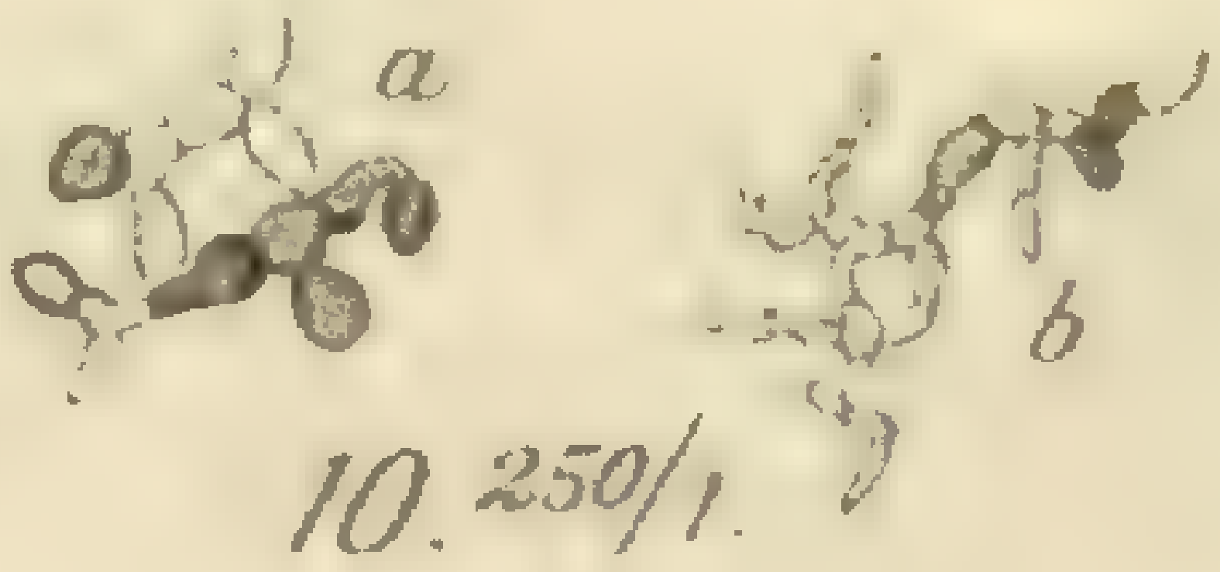


7. 250/1.

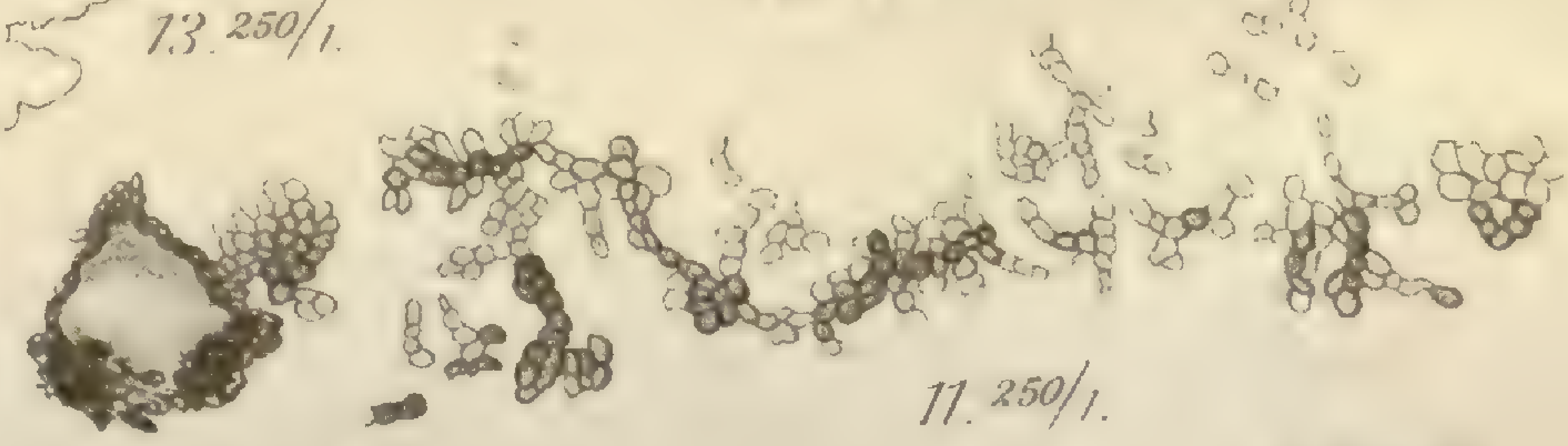


8. 250/1.


13. 250/1.



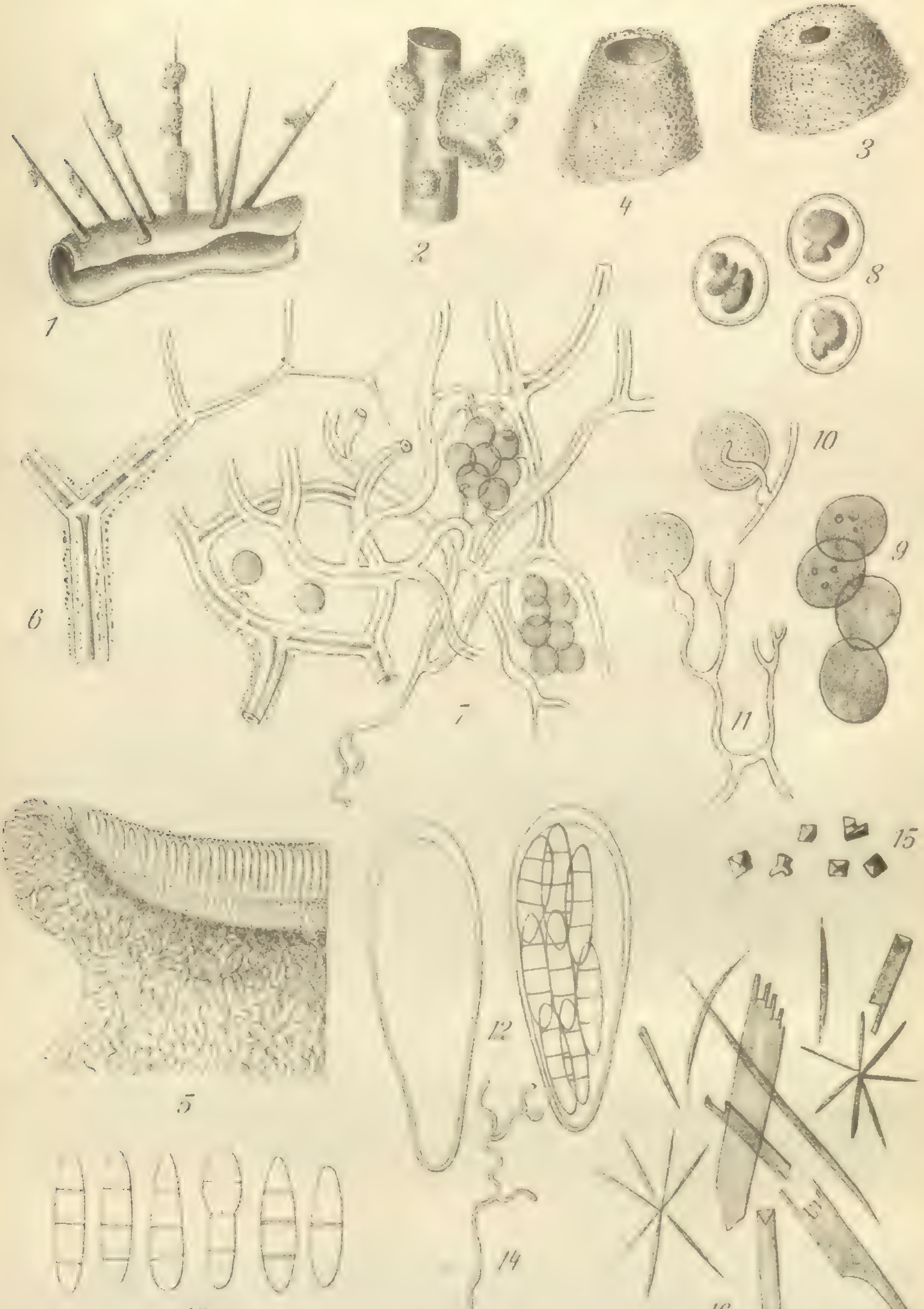
10. 250/1.


11. 250/1.

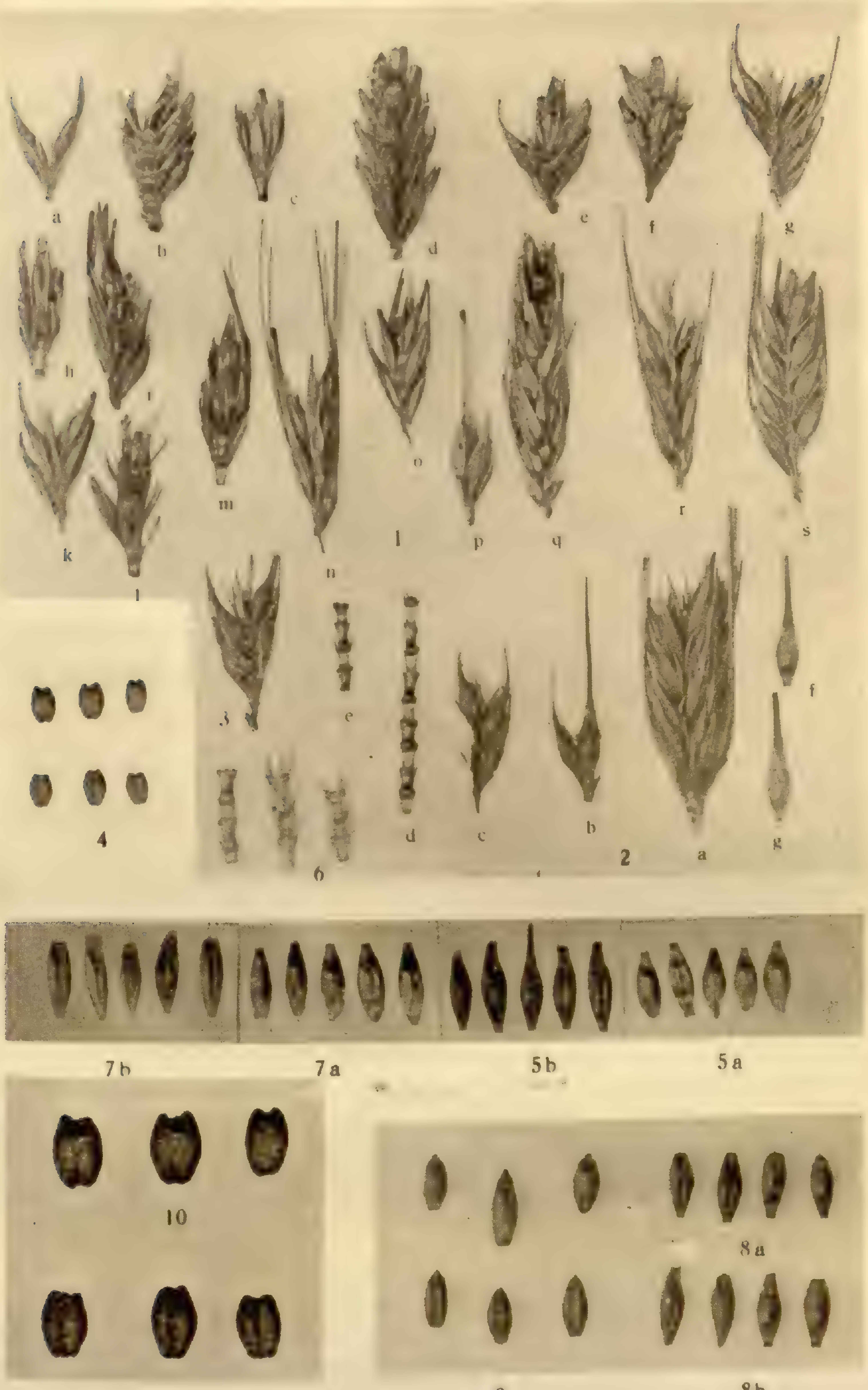
Bachmann gez.

E. Laue lith.

Berichte d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XXXIV. Taf. XVII.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

F. Gentz gez. [illegible]


a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
o
l
p
q
r
s
3
e
d
c
b
a
f
g
2
4
6
7b
7a
5b
5a
10
8a
9
8b

Sitzung vom 27. November 1916.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr **Baumgärtl**, Dr. **Otto**, Assistent am Botan. Institut der Deutschen Universität in **Prag** (durch A. PASCHER und R. KOLKWITZ).

Mitteilungen.

62. A. Lingelsheim: Die Fluoreszenz wässeriger Rindenauszüge von Eschen in ihrer Beziehung zur Verwandtschaft der Arten.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 8. November 1916.)

Eine Arbeit von H. HARMS[1]), in welcher auch die Gattung *Fraxinus* Berücksichtigung fand, veranlaßte mich zu einer eingehenden Prüfung der Frage, ob das Phaenomen der Fluoreszenz wässeriger Aufgüsse der Rinde von bestimmten Arten etwa Hinweise auf deren Stellung im System zu geben imstande sei. Da mich das Studium der Gattung als Monograph seit langer Zeit beschäftigt[2]), glaube ich diese Verhältnisse dem heutigen Stande unseres Wissens nach am ehesten zu übersehen, zeigen doch die über jenen Punkt spärlich vorliegenden Daten, daß dieselben teilweise an unrichtig bestimmtem Material gewonnen wurden. HARMS selbst gibt die Unzulänglichkeit des von ihm untersuchten Materials ausdrücklich zu[3]).

---

[1] H. HARMS, Nachträge und Verbesserungen zu meinem Aufsatz über Fluorescenzerscheinungen, in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg LVII (1915) 191.

[2] A. LINGELSHEIM, Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung *Fraxinus*, in ENGLERs Botan. Jahrb. XL. (1907) 185.

[3] H. HARMS, l. c. 196.

Zur Prüfung gelangten alle Arten und deren Varietäten, soweit letztere erreichbar waren, nur *Fraxinus insularis* Hemsl., eine fast unbekannte Art, lag mir nicht vor.

Die Ausführung der Fluoreszenzprobe gestaltet sich sehr einfach, indem geringe Quantitäten der abgeschabten Rinde auf die Oberfläche einer etwa 8 – 10 cm hohen Wassersäule im Reagenzglase gebracht werden. Bei Anwesenheit von fluoreszierender Substanz (Fraxin)[1]) bemerkt man, am vorteilhaftesten im auffallenden Sonnenlicht oder im elektrischen Bogenlicht, gegen einen dunkeln Untergrund, blau oder blaugrün fluoreszierende Wolken oder Schlieren; beim Umschütteln teilt sich die Erscheinung der ganzen Flüssigkeit mit. Dabei ist es gleichgültig, ob die Rinde frischen oder getrockneten Pflanzen entstammt, und gerade dieser Umstand ist für die Anwendung dieser außerordentlich bequemen „biochemischen Methode“ insofern von Belang, als der Pflanzenmonograph bei seinen Arbeiten in der Hauptsache auf Herbarstücke angewiesen ist. Das Alter der Museumsobjekte spielt scheinbar keine Rolle, ca. 100 Jahre alte Exsikkaten zeigten gleich intensive Fluoreszenz wie frische.

Wie bei allen löslichen Stoffen von starker Fluoreszenz, es sei nur an das Fluorescein erinnert, genügen auch in unserm Falle winzigste Spuren der Rinde[2]). So verursachten noch im Lichtkegel einer elektrischen Bogenlampe $^1/_{10}$ mg trocken zerriebener Rinde deutliche Fluoreszenz, das bedeutet eine Annehmlichkeit beim Arbeiten mit spärlichem oder seltenem Material. Vorsicht bei der Probeentnahme von getrockneten Pflanzen ist deshalb geboten, weil die Rinde abgestorbener, verdorrter Äste, auch solcher durch Pilzinfektion stark geschädigter[3]), die Fluoreszenz nicht mehr zeigt.

Schon MOELLER[4]) hat blaue und grünliche Fluoreszenzfarben bei seinen Versuchen mit Eschen unterschieden. Inwieweit diese Verschiedenheiten mit den systematischen Verwandtschaftsverhältnissen im Zusammenhange stehen, soll später erörtert werden.

Zunächst mögen die bisher auf morphologischer Grundlage gewonnenen Ergebnisse, die zu einer Gruppeneinteilung der Gattung geführt haben, kurz referiert und die genetischen Beziehungen der einzelnen Gruppen gestreift werden[1]).

---

[1]) F. CZAPEK, Biochemie der Pflanzen II (1905) 564, C. WEHMER, Die Pflanzenstoffe (1911) 597.

[2]) Auch die Blattstiele einiger Eschen zeigten die Erscheinung der Fluoreszenz, allerdings in geringerem Maße.

[3]) Diese Tatsache konstatierte ich an den Ästen einer Mannaesche des Breslauer Botanischen Gartens, die von *Nectria cinnabarina* befallen waren.

[4]) H. J. MOELLER, Lignum nephriticum, in Bericht. Deutsch. Pharm. Ges. XXIII (1913) 137.

Zwei Sektionen heben sich aus der Gattung scharf heraus[2]). Bei der phylogenetisch älteren derselben, der Sektion Ornus (Neck.) D. C. besteht noch keinerlei Arbeitsteilung innerhalb des Sproßsystems, die Blütenproduktion übernehmen Langtriebe, welche beblätterte, ausgebreitete Inflorescenzen terminaler Stellung in den Achseln diesjähriger Blätter tragen. Demgegenüber zeigen die Vertreter der andern Sektion Fraxinaster D. C. einen im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung erworbenen Fortschritt dergestalt, daß hier die Langtriebe lediglich im Dienste der Assimilation stehen, während die reproduktiven Sprosse als verhältnismäßig armblütige, lockere, unbeblätterte Kurztriebe in der Achsel vorjähriger Blätter erscheinen. Eine schrittweise Reduktion der Blütenhülle geht damit Hand in Hand, und ganz bestimmte Untergruppen werden durch die verschiedenen Phasen derselben gekennzeichnet. Für atavistische Rückschläge von der jüngeren zur älteren Gruppe habe ich mehrfache Belege beigebracht[3]).

Die Ornus-Gruppe umfaßt einmal Arten mit vollständiger Blütenhülle, die Subsektion Euornus Koehne et Lingelsh. und apetale Formen, der Subsektion Ornaster Koehne et Lingelsh. angehörig, die als abgeleiteter Seitenzweig zu deuten ist. Alle Glieder dieser Gruppe sind morphologisch gleichwertig, hingegen zeichnet eine gewisse Heterogenität Euornus aus, deren morphologisch schärfer umschriebene Sippen als „Typen“ bezeichnet werden können. Eine Sonderstellung nimmt hier derjenige Typus ein, welcher laubartige Tragblätter in seinen Blütenständen entwickelt. Dieser Verwandtschaftskreis wird repräsentiert durch die ältesten Ornus-Formen *Fraxinus Griffithii* Clarke, *F. ferruginea* Lingelsh. und *F. malacophylla* Hemsl., bei den übrigen sind jene Tragblätter durch Reduktion geschwunden. Für die Gruppierung dieser jüngeren Arten kommen Merkmale mehr biologischer Natur, wie Blattgestalt, Träufelspitzenbildung usw. in Frage[4]).

---

[1]) Vergl. dazu A. Lingelsheim, in Englers Botan. Jahrb. XL. (1907 206 u. f.

[2]) Zu den kurzen systematischen Bemerkungen vergleiche dieselbe Arbeit in Englers Botan. Jahrb. XL (1907) 206, 207, 211.

[3]) A. Lingelsheim in Englers Botan. Jahrb. XL. (1907) 188, in Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. (1915) 68.

[4]) Diese Verhältnisse werden in der monographischen Bearbeitung der Oleaceae-Fraxineae für das „Pflanzenreich“ eingehend erörtert. (Die Arbeit befindet sich im Druck.)

Aus der Gesamtheit der zu Fraxinaster gehörigen Vertreter lassen sich die folgenden Subsektionen herausschälen:

1. Dipetalae Lingelsh. — An Ornus durch die mit noch 2 Petalen versehenen Blüten und die im Verhältnis ausgebreitete Rispe anklingend.
2. Pauciflorae Lingelsh. — Noch durch eine 2 Blumenblätter tragende Art vertreten, sonst apetal, armblütig, mit geflügeltem Blattstiel und kleinen Früchten.
3. Sciadanthus Coss. et Dur. — Apetal, reichblütiger, mit geflügeltem Blattstiel und großen Früchten.
4. Melioides Endl. — Wie 3, aber ungeflügelte Blattstiele.
5. Bumelioides Endl. — Vollständig nackte Blüten, sonst wie 4.

Während die drei ersten Verwandtschaftskreise von sehr geringem Umfange, teilweise sogar monotypisch sind, hat bei 4 und 5 eine reiche Artentfaltung stattgefunden, doch lassen sich insbesondere bei 5, von einigen Uebereinstimmungen im anatomischen Charakter abgesehen, keine so scharf begrenzten Artverbände isolieren, wie etwa bei Ornus.

Die Prüfung der einzelnen Arten oben genannter Unterabteilungen hinsichtlich des Vermögens ihrer Rinde zur Fluoreszenzerregung ergab nun folgendes Resultat:

Fluoreszenz erfolgt bei den Vertretern der Sektion Ornus, mit Ausnahme von *Fraxinus Griffithii*, *F. ferruginea*, *F. malacophylla* und *F. Spaethiana* Lingelsh., ferner bei den Dipetalae, bei Sciadanthus und ausnahmslos bei den Bumelioides, sie fehlt den Melioides bis auf *F. anomala* Torr. und den Pauciflorae.

Damit war schon der Eindruck wesentlich befestigt worden, es müsse das Vorhandensein von fluoreszierenden Stoffen in der Rinde der Eschenarten in einer gewissen Abhängigkeit von der Stammesverwandtschaft stehen, wenn auch das Verhalten der beiden Ausnahmen noch störend genug war In hohem Maße auffallend war das positive Resultat bei *F. anomala*, als der einzigen der zahlreichen Sippen der Melioides, deren Rinde frei von Fluoreszenz erregenden Stoffen war. Da lieferte mir die daraufhin angestellte genaue Untersuchung des einzigen mir bis jetzt zugänglichen Fruchtexemplars dieser Art aus dem Breslauer Universitätsherbar den überraschenden Befund, daß *F. anomala*, die von allen Autoren zu den „kelchblütigen“ (apetalen) Melioides gerechnet wurde, Blumenblätter besitzt; deshalb muß die Art aus diesem Verbande gelöst werden. An mehreren Früchten gelang mir der Nachweis von Resten anscheinend in der Zweizahl vorhandener Petalen. *F. ano-*

mala würde alsdann den Dipetalae zugerechnet werden müssen. Dafür spricht ferner einmal die Beschaffenheit der Achsenorgane eindringlich, wir finden hier wie dort scharf vierkantig ausgebildete Zweige, ein bei Eschen sehr seltenes Vorkommnis, dann aber auch die Größe und Ausbildung der Frucht. Hinzu kommt die Arealsgemeinschaft im pazifischen Nordamerika.

In diesem Falle hat sich sonach das Vorhandensein der Fluoreszenz als eine einwandfreie Probe auf die Zugehörigkeit einer Art zu einem bestimmten Verwandtschaftskreise erwiesen.

Mit dem Ausscheiden von *Fraxinus anomala* aus der Sektion Melioides, war für diese das Fehlen der Fluoreszenz bezeichnend[1], und diesem Verhalten schließt sich an jener älteste Artenkomplex der Subsektion Euornus mit *F. Griffithii*, *F. ferruginea* und *F. malacophylla*.

Nur bezüglich der restlichen Euornus-Typen könnten Zweifel bestehen bleiben, ob wir in dem Auftreten der Fluoreszenzerscheinungen bzw. derem Fehlen ein absolut eindeutiges, d. h. gesetzmäßiges Verhalten zu erblicken haben, da *F. Spaethiana* aus dieser Untersektion ein von den anderen Arten verschiedenes Verhalten zeigt. Diese Esche, angeblich aus Japan stammend, ist nur aus der Kultur bekannt und hat mir bis heute nur steril vorgelegen. DIPPEL[2] als Einziger beschreibt davon Blütenstände und Früchte, deren Beschaffenheit der Pflanze ihre Stellung bei Ornus anweist. Allein mir scheint, daß der Autor blühende Exemplare der Gartenform von *F. longicuspis* Sieb. et Zucc. zu seiner Pflanze mit hinzugerechnet hat. Auch C. K. SCHNEIDER[3] kennt von *F. Spaethiana* weder Blüten noch Früchte und bemerkt wahrscheinlich mit Recht bei Synonym *F. Sieboldiana* Dippel „Beschreibung augenscheinlich mit Literaturnotizen vermengt". Ein anderer Umstand, der geeignet sein könnte, die Stellung der Art im System zu verschieben, liegt in dem Vorhandensein eines sehr hervorstechenden Merkmals. *F. Spaethiana* besitzt am Grunde der Blattstiele dicke, meist rotbräunliche Polster, durch welche die Endknospe fast vollständig verdeckt wird. Nur bei der ostasiatischen *F. platypoda* Oliv. aus der Melioides-Gruppe begegnete uns die gleiche Erscheinung wieder. Der negative Ausfall der Fluoreszenzprobe im Verein mit diesem Merkmal spricht für die Zugehörigkeit von *F. Spaethiana*[1]) zu den Melioides.

---

[1] *F. americana* L. aus dieser Gruppe soll (nach POWER) Fraxin enthalten, cf. C. WEHMER, Pflanzenstoffe (1911) 598. Wenn Fraxin als solches identisch mit dem „Schillerstoff" der Autoren ist, so müßte die Rinde dieser Art im Wasserauszuge Fluoreszenz erregen. Das ist aber nach den Versuchen von HARMS (l. c. 196) und nach eigenen, an frischen und getrockneten Proben angestellten nicht der Fall. Sollte der Autor wirklich Rinde der echten *F. americana* analysiert haben, so wären wir zur seltsamen Annahme der Existenz zweier Modifikationen des vorgebildeten Glykosids, einer fluoreszierenden und einer nicht fluoreszierenden, gezwungen. Noch weniger wahrscheinlich ist, daß gleichzeitig mit dem Fraxin Fluoreszenz aufhebende Substanzen in der Rinde in hinreichender Menge vorhanden sein sollten, z. B. Säuren, da organische Säuren, wie Oxalsäure, Zitronensäure usw. erst in starker Konzentration die Fluoreszenz abschwächen.

[2] L. DIPPEL. Handb. Laubholzk. I (1889) 64 unter *F. Sieboldiana*.

[3] C. K. SCHNEIDER, Handb. Laubholzk. II (1912) 819.

Mit der Eliminierung von *F. Spaethiana* aus der Sektion Ornus erhält aber die Annahme eine weitere sehr wesentliche Stütze, daß auch bei Euornus, abgesehen von dem alten *Griffithii*-stamm, in der Fähigkeit der Rinde ihrer Arten zur Hervorrufung des Fluoreszenzphaenomens ein durchgreifendes Verwandtschaftsmerkmal erkannt werden kann.

Wenn aber nach den vorliegenden Beobachtungen morphologisch gut umgrenzten Gruppen so augenfällig eine gleiche chemische Charakteristik zukommt, anderen dieselbe vollständig abgeht, so dürfte es wohl nicht unbillig sein, diese Artverbände auch systematisch gleichzustellen. Der morphologisch sehr eigenartig differenzierte Typus der *F. Griffithii*, *F. ferruginea*, *F. malacophylla* muß daraufhin zum Range einer Subsektion erhoben werden. Die Neugruppierung der Sektion Ornus würde dann folgende sein:

I. Sectio Ornus (Neck.) D. C.

I. a) Subsectio Bracteatae Lingelsh. nov. subsect; Subsect. Euornus Koehne et Lingelsh. in Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. (1906) 66; in ENGLERs Bot. Jahrb. XII (1907) 212 ex parte. — Inflorescentia bracteis foliaceis instructa.

I. b) Subsectio Ebracteatae Lingelsh. nov. sub sect; Subsect. Euornus Koehn. et Lingelsh. in Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. (1906) 66; in ENGLERs Bot. Jahrb. XII (1907) 216 ex parte. — Inflorescentia bracteis foliaceis destituta.

I. c) Subsectio Ornaster Koehne et Lingelsh.

Der Versuch, die auf unserem Wege festgestellten Verwandtschaftsverhältnisse der Gattung *Fraxinus* bildgemäß zu veranschaulichen, ergibt folgenden Stammbaum, dessen Form freilich von der von mir früher gegebenen[2]) stark abweicht.

---

[1]) Die Art ist ferner charakterisiert durch gefächertes Mark in den Internodien, eine Ausbildung, die für die Oleaceen zuerst von E. KOEHNE bei *Forsythia* festgestellt wurde. Diese Beschaffenheit des Marks zeigten mir junge Zweige eines im Breslauer Botanischen Garten kultivierten Baumes.

[2]) Vgl. den Stammbaum in ENGLERs Botan. Jahrb. XL (1907) 206.

Man könnte sich vorstellen, daß die Urform von *Fraxinus* eine Spaltung in zwei Äste erfuhr, die einerseits in den Bracteatae andererseits in den Ebracteatae gipfelten; letztere im Laufe der Entwicklung stärker reduziert, als erstere mit noch anhaftenden ursprünglicheren Merkmalen. Mit dieser Divergenz ging eine Änderung des chemischen Charakters einher, der im Vorhandensein oder Fehlen fluoreszierender Stoffe in der Rinde seinen Ausdruck findet. Entgegen der früheren Auffassung von der engen Verwandtschaft zwischen Melioides und Bumelioides würde die ähnliche Organisation beider lediglich auf Konvergenz beruhen, was auch für die altweltlichen Sciadanthus und die amerikanischen Pauciflorae zutreffen würde. Überdies sind die Melioides vorzugsweise (2 Ausnahmen) neuweltlich, die Bumelioides eurasiatisch.

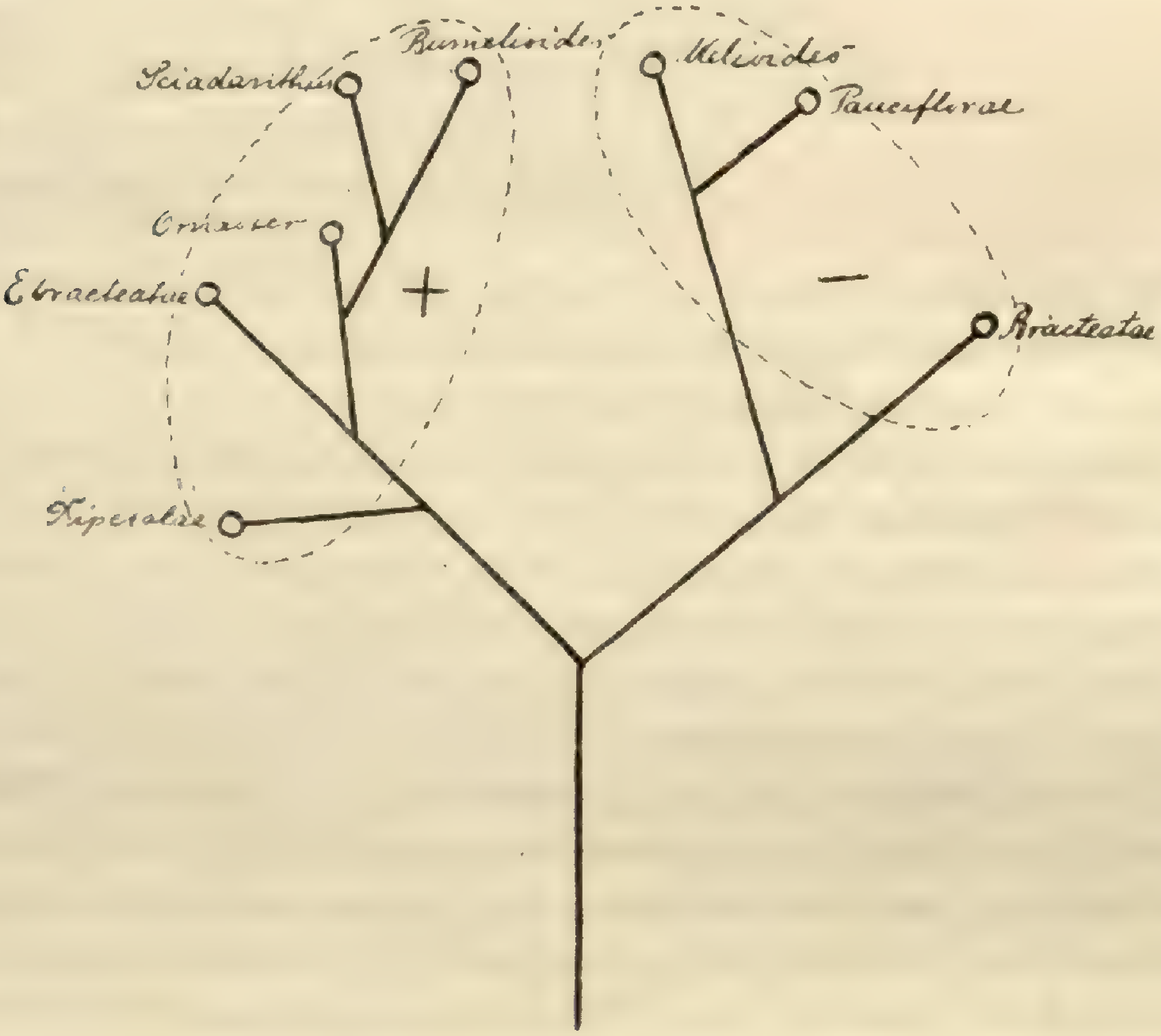


Abb. 1.
+ = Fluoreszenz vorhanden, — = Fluoreszenz fehlt.

Es bleibt noch zu entscheiden, in welcher Weise etwa die Fluoreszenzfarbe bezüglich der Verwandtschaftsfrage sich äußert. Folgende Zusammenstellung ordnet die Arten nach diesem Gesichtspunkt:

Fluoreszenz blau	Fluoreszenz grünblau
F. Ornus, F. rotundifolia, F. cilicica, F. Kotschyi, F. floribunda, F. longicuspis, F. Mariesii, F. dipetala, F. anomala, F. quadrangulata.	*F. raibocarpa, F. retusa, F. Paxiana, F. pubinervis, F. Bungeana, F. cuspidata, F. macropetala, F. chinensis, F. velutina* Lingelsh. (non Torrey), *F. Baroniana, F. micrantha, F. xanthoxyloides, F. excelsior, F. coriariaefolia, F. obliqua, F. sogdiana, F. potamophila, F. syriaca, F. oxycarpa, F. holotricha, F. numidica, F. Hookeri, F. nigra, F. quadrangulata.*

Ist es schon nicht immer ganz leicht, in den Proben die Farben Blau und Grünblau oder Blaugrün ganz eindeutig zu erkennen, so beweist die Tabelle die relative Unzulänglichkeit der Farbe als Verwandtschaftskriterium, denn *F. quadrangulata* zeigt als Fluoreszenzfarbe im wässerigen Rindenextrakt bald Blau, bald Blaugrün. *F. chinensis* reagiert in einem lebenden Exemplar unseres Gartens mehr blau, in getrockneten Proben grünstichig, auch die Spezimina von *F. nigra* verhalten sich ähnlich, indem bald das Blau, bald das Grün vorherrscht.

Es darf aber nicht völlig außer acht gelassen werden, daß die um Ornus sich gruppierenden Arten rein blaue Fluoreszenzfarben ergeben, während bei den übrigen Vertretern dieser Gruppe die Farbnuance mehr zu Grün hin neigt. *F. anomala* stimmt hier mit *F. dipetala* ganz überein, vielleicht ein Hinweis auf die nahe Verwandtschaft beider. Ornaster, Sciadanthus und Bumelioides reflektieren blaugrünes Licht in dem Wasserauszuge ihrer Rinde, mit einer gewissen, für *F. quadrangulata* letztgenannter Subsection geltenden Einschränkung.

Den Rindenteilen von *Fontanesia*, der anderen Gattung der Oleaceae-Oleoideae-Fraxineae, fehlt nach meinen Feststellungen das Fluoreszenzvermögen gänzlich, gleiches gilt für *Forsythia*, *Syringa*[1]) und *Schrebera* der Syringeae, soweit Arten der beiden letzten Genera geprüft wurden.

Vorliegende Untersuchungen haben die von H. HARMS[2]) ausgesprochene Erwartung, die Fluoreszenzerscheinungen würden sich vielleicht für die Systematik der Gattung *Fraxinus*, deren Arten besonders schwierig zu unterscheiden sind, als nutzbringend verwenden lassen, bestätigt.

---

[1]) *Syringa vulgaris* wurde schon von H. J. MOELLER geprüft, l. c. 137.

[2]) H. HARMS, l. c. 196.

Die Anwesenheit fluoreszierender Stoffe in der Rinde zeichnet ganz bestimmte Verwandtschaftskreise der Gattung *Fraxinus* aus, ihr Fehlen ist gleichfalls für besondere, geschlossene Gruppen ein wichtiges Kriterium.

Möglicherweise ergeben fernere Versuche bei anderen Pflanzengattungen, deren Organe fluoreszierende Körper enthalten, ähnliche Wechselbeziehungen, was für die Gattung *Aesculus*[1]) mit einiger Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann.

63. E. Heinricher: Aufzucht der Zwergmistel (Arceuthobium Oxycedri (DC.) MB. im Freilande des Innsbrucker Botanischen Gartens.

(Eingegangen am 6. November 1916.)

In einer Folge von Arbeiten habe ich mich mit dem genannten Parasiten beschäftigt und wenn die nächste Studie über den intramatrikalen Teil, durch reichliche Beigabe mikrophotographischer Aufnahmen erläutert, erschienen sein wird, werden diese Abhandlungen einer ziemlich erschöpfenden Monographie von *Arceuthobium Oxycedri* gleichkommen. Es glückte mir auch, die Keimung und die gesamte Entwicklungsgeschichte zu verfolgen[2]). Die betreffenden Kulturen wurden in einem Versuchsgewächshaus des Institutes durchgeführt, ein Teil der zur Infektion verwendeten *Juniperus*-Topfpflanzen befand sich aber während der guten Jahreszeit auch im Freilande.

Eines der interessantesten Ergebnisse aus der Entwicklungsgeschichte war: daß der Embryo von *Arceuthobium* nur der Infektion des Wirtes, die vom Hypokotyl aus erfolgt, dient. Die ganze primäre Achse des Keimlings erfährt niemals eine Weiterentwicklung zur Pflanze, alle Sprosse werden intramatrikal, als adventive Bildungen am Thallus des Parasiten, angelegt.

---

[1]) H. HARMS, l. c. 193, 194.

[2]) E. HEINRICHER: Die Keimung und Entwicklungsgeschichte der Wachholdermistel, *Arceuthobium Oxycedri*, auf Grund durchgeführter Kulturen geschildert. (34 S., 3 kolor. Taf., 5 Textfig.; Sitzungsber. der Kais. Akad. d. Wiss., Wien. Mathem.-naturw. Klasse, I. Abt., 124. Bd., 1915.)

Eine Folge dessen ist, daß der extramatrikal an der Nährpflanze befindliche Keimling relativ früh absterben und dann samt den Resten des Samens, dem er entstammt, abfallen oder abgeschwemmt werden kann; es entsteht, wenn eine intramatrikale Infektion erfolgt war, doch eine *Arceuthobium*-Pflanze.

Dieser vorerst noch nicht erkannte Umstand war Ursache, daß eine im Dezember 1911 eingeleitete Versuchsreihe als ergebnislos betrachtet wurde, was zur Folge hatte, daß die in ihr verwendeten *Juniperus*-Pflanzen, die seit Ende Frühling 1913 im Freilande standen, auch im Herbste dort belassen wurden. Eine am 4. Dezember vorgenommene Untersuchung derselben — veranläßt durch die Erfahrungen, die eine im Dezember 1912 eingeleitete, sehr erfolgreiche Kulturreihe inzwischen geliefert hatte — ergab nun das Vorhandensein von *Arceuthobium*-Pflänzchen auch auf einigen Wachholderstöcken des 1911er Versuches.

Schon dies wies darauf hin, daß *Arceuthobium* nicht besonders frostempfindlich sei. Frosttage hatte es in jenem Spätherbste schon mehrfach gegeben; spurlos waren sie an den Parasitenpflänzchen nicht vorübergegangen. Man merkte, daß sich viele Sprosse am Grunde, wo sie aus der *Juniperus*-Rinde hervorgetreten waren, abgegliedert hatten. Zum mindesten der intramatrikale Teil des Schmarotzers blieb aber unbeschädigt. In der Folge entwickelten sich jene *Arceuthobium*-Pflanzen kräftig weiter.

Diese Widerstandsfähigkeit der Zwergmistel bestätigt nun neuerdings folgendes: Eine neue und letzte Versuchsreihe wurde im Dezember 1913 eingeleitet. Bekanntlich sind die Beeren von *Arceuthobium* explosiv[1]); das Infizieren der Wirtspflanzen mit den sehr kleinen Samen ist eine außerordentlich mühsame Arbeit. Dieser unterzog sich mit musterhafter Sorgsamkeit der Gehilfe am Botan. Garten, J. RIEGL. Einen in der Versuchsreihe nicht verwendeten Rest von Samen übertrug er aber auch auf einen *Juniperus*-Stock in der systematischen Abteilung des Gartens. Auf diesem (von einer Gärtnerei als *J. Oxycedrus* bezogenen, tatsächlich aber nur *J. vulgaris*, Form *intermedia*, Abart *compressa* seienden) Wachholder wurden nun Ende Oktober 1916 ein Paar *Arceuthobium*-Pflänzchen vorgefunden, die in ihrer Entwicklungsstufe mit der

---

[1]) Vgl. meine Abhandlung: Beiträge zur Biologie der Zwergmistel, *Arceuthobium Oxycedri*, besonders zur Kenntnis des anatomischen Baues und der Mechanik ihrer explosiven Beeren. (50 S., 4 Taf., Sitzber. der Kais. Akad. d. Wiss., Wien 1915. Mathem.-naturw. Klasse, Abt. I, 124. Bd.)

Hauptmasse der in der 1913er Versuchsreihe erwachsenen übereinstimmen. Die in dieser verwendeten Wachholder standen aber ab Oktober bis Mai stets im Nordhaus und nur während der guten Jahreszeit im Freiland. Daraus geht hervor: daß sowohl die Ende Dezember 1913 angebauten Samen als auch der intramatrikale Thallus des *Arceuthobium* unsere Winterkälte unbeschadet überstehen konnten. Ob auch die Sprosse eine solche Resistenz besitzen werden, erscheint allerdings fraglich. Das dürfte auch nach der Strenge der Winter schwanken. Wahrscheinlich ist, daß die Sprosse häufig dem Froste erliegen werden, daß aber jedes Jahr aus dem lebend verbliebenen intramatrikalen Thallus neue Sprosse hervortreten werden. Fraglich ist es, ob bei Freilandkultur in unseren botanischen Gärten es je bis zur Blütenbildung gelangen wird; ausgeschlossen dürfte das Erreichen der Fruchtreife sein, die ja auch in Istrien erst im Dezember eintritt.

Bei Kalthaus-Kultur ist beides leicht zu erzielen. Die Kulturen der Versuchsreihen 1911 und 1912 stehen bei mir noch gegenwärtig in reichster Blüte. Auch Beeren tragen die weiblichen Büsche in leidlicher Zahl. Daß das Fruchten bei Gewächshauskultur nicht zu reichlich erfolgt, erscheint verständlich nach dem, was ich über die Blütenbiologie[1]) ermittelt habe. Die Tatsache, daß meine kultivierten Pflanzen heuer eine immerhin nicht unbeträchtliche Zahl Beeren tragen, dürfte meine ausgesprochene Ansicht stützen, daß *Arceuthobium* nicht als einseitig auf Insekten oder Windbestäubung eingerichtet anzusehen sei, sondern daß beide Bestäubungsarten vorkommen können.

Das Mitgeteilte zeigt, daß der interessante Schmarotzer sehr leicht zu kultivieren ist[2]). In meinen Kulturen dürften aus Samen

---

1) E. HEINRICHER: Über Bau und Biologie der Blüten von *Arceuthobium Oxycedri* (DC.) MB. (24 S., 2 Taf., 1 Textfig.; Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien 1915. Mathem.-naturw. Kl., I. Abt., 124. Bd.)

2) Ich sprach dies schon in dem Büchlein: Die Aufzucht und Kultur der parasitischen Samenpflanzen (Jena, G. FISCHER, 1910) aus. Dort allerdings nur gestützt auf eine Mitteilung VON TUBEUFs, der von natürlichen Standorten bezogene Pflanzen in München weiterkultivierte. Auch in unserem Garten war solches späterhin der Fall. Doch ist im allgemeinen die Aufzucht aus Samen vorzuziehen. Erstens wird man so leichter beide Geschlechter auf demselben *Juniperus* beisammen erhalten, zweitens gelingt das Ausgraben *Arceuthobium* tragender *Juniperus*stöcke am natürlichen Standorte, mit hinreichender Vollständigkeit des Wurzelsystems, die ein Fortkommen der Pflanze sichert, nur schwer. Geschädigt wird *Arceuthobium* bei Gewächshauskultur durch einen Blasenfüßler, Heliothrips haemorrhoidalis Bouché; im Freilande stellte sich eine große graue Rindenlaus ein, die durch das Aussaugen viele Sprosse zum Verdorren und Abfallen brachte. Hingegen hat die Freilandkultur während der Sommermonate zur Beseitigung der Blasenfüßler geführt.

schon an zweihundert Pflanzen erwachsen sein. Es stehen auch etwa 8 mit *Arceuthobium* besiedelte *Juniperus*-Pflanzen in unserem Garten zur Abgabe an andere Botanische Gärten bereit und ersuche ich die Vorstände jener, die *Arceuthobium* im Tauschwege zu erwerben wünschen, mir dies anzuzeigen. Allerdings wird die Versendung der Pflanzen erst nach Beendigung des Krieges erfolgen können, da mit dem einen Gehilfen, der nach Kriegsausbruch als einzige gärtnerisch geschulte Kraft unserem Garten verblieb, unmöglich auch derlei Arbeit geleistet werden kann.

Innsbruck, Botanisches Institut, Ende Oktober 1916.

64. Herm. Losch. Übergangsformen zwischen Knospenschuppen und Laubblättern bei Aesculus Hippocastanum L. Ein Beitrag zur Frage der direkten Anpassung.

(Mit 17 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 7. November 1916.)

Anfangs Mai dieses Jahres bemerkte ich an austreibenden Stammausschlägen eines an feuchtem Standort im sogenannten exotischen Garten in Hohenheim stehenden großen Roßkastanienbaumes eigentümliche Übergangsformen zwischen Knospenschuppen und Laubblättern. In der Literatur werden solche Gebilde mehrfach erwähnt. GOEBEL[1]) macht darüber folgende Angaben: „Hoch entwickelte Knospenschuppen besitzen unter anderem die *Aesculus*arten. Auch hier sind die unteren Schuppen klein und vertrocknet, während die oberen saftig und sehr groß (ca. 4 cm lang, 2 cm breit) sind. Die oberen Knospenschuppen zeigen nun auch eine weitergehende Ausbildung. Während nämlich die unteren nur wenige und sehr schwache Gefäßbündel haben, sind dieselben bei den oberen Schuppen gut entwickelt, sie verzweigen sich, senden blind endigende Äste an die Peripherie der Schuppe usw. Die ganze Schuppe gewinnt das Aussehen eines länglich-ovalen ungegliederten Laubblattes, es treten auf ihr auch Spaltöffnungen auf, zahlreich auf der Innenseite, weniger zahlreich auf der Außenseite, Eigenschaften, die dem normalen Blattgrunde ebenso abgehen, wie

---

1) GOEBEL, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes (Bot. Ztg. 1880. S 771).

die geschilderte Differenzierung des Gefäßbündelverlaufes. Die Laminaranlage ist auch hier wieder als kleines vertrocknetes Spitzchen, dessen Teilblättchen aber schon angelegt sind, am Ende der Schuppe nachzuweisen, sie kommt bei den Schuppen von *Aesculus Hippocastanum* selten, häufig bei *A. parviflora* zur Entfaltung". Ferner erwähnt PENZIG[1]), daß sich eine Art Übergangsform zwischen Knospenschuppen und Blatt manchmal beobachten lasse, in welcher der Blattstiel einseitig oder beiderseits am Grunde mit einer schmalen grünen Lamina gesäumt ist: der Stiel kann dabei am Ende einige Spreiten tragen (SAVI, in der 4. Vers. Italien. Naturf. in Padua 1843;

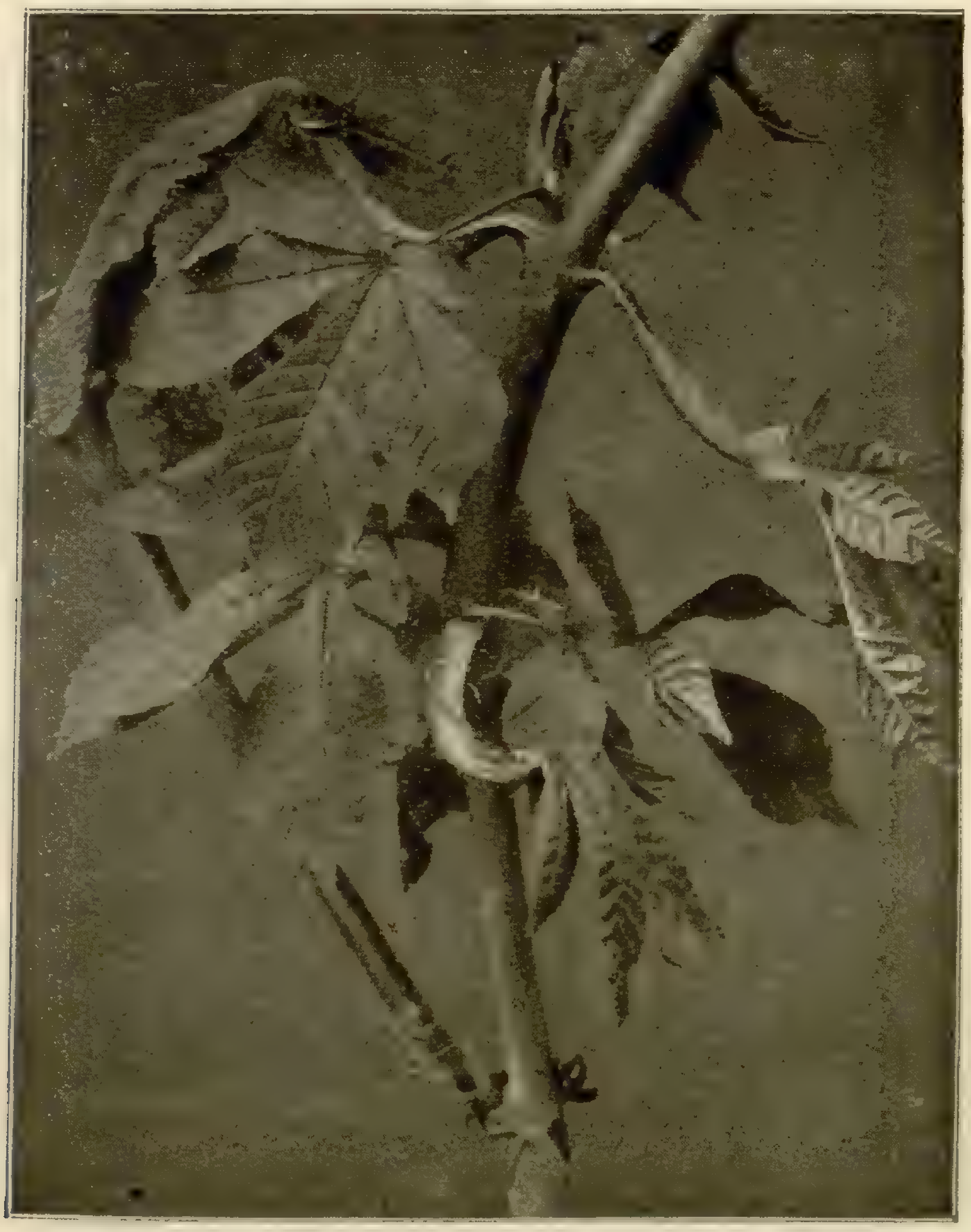


Abb. 1. Stück eines Zweiges von Stammausschlägen. Die Endknospe hat ausgetrieben, ebenso die linke Knospe des auf die Endknospe folgenden ersten Knospenpaares. Näheres im Text. $^{3}/_{5}$ nat. Größe).

---

1) PENZIG, Teratologie Bd. I. S. 360

2) Alle Abbildungen beziehen sich auf normale oder umgewandelte Knospenschuppen oder Teile derselben von Stammausschlägen von *Aesculus Hippocastanum* L.

Flora 1844, S. 508) oder ganz spreitenlos, fast einem Phyllodium ähnlich sein (PLUSKAL, im Österr. Bot. Wochenbl. IV, 1854, S. 315). Weitere Angaben finden sich bei KEISSLER[1]) und JANSEN[2]). Ersterer erwähnt verschiedene Übergänge des gefingerten in ein gefiedertes Blatt und sagt dann: „Eigentümlich ist es, daß die sonst bald nach der Entwickelung der Laubblätter abfallenden Knospenschuppen, sowie die zwar auch an normalen Zweigen auftretenden, aber ebenfalls abfälligen Übergangsgebilde zwischen Knospenschuppen und Laubblättern an den Ästen mit abnormen Blättern persistent sind und

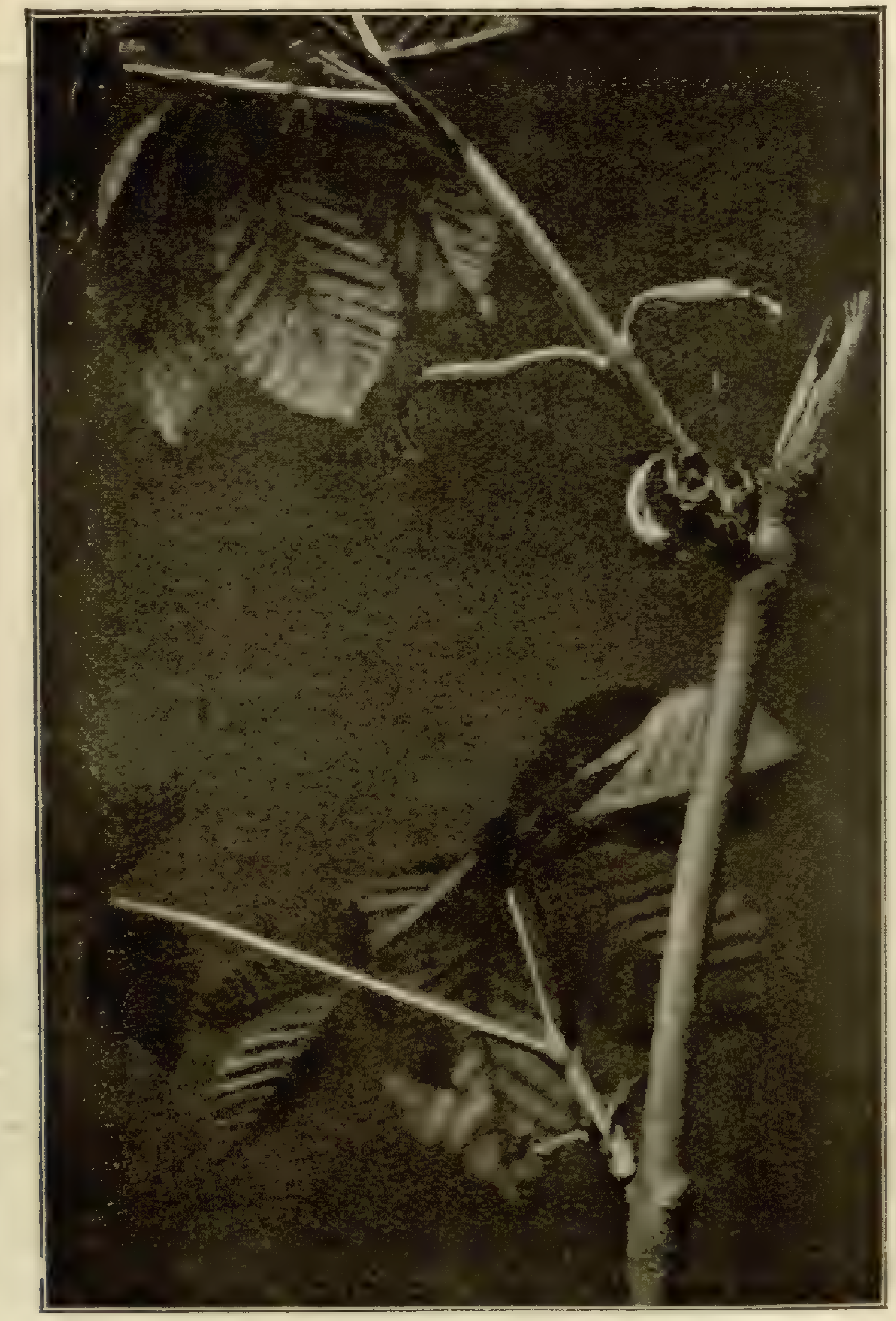


Abb. 2. Wie Abb. 1. Die Endknospe ist im Vorjahr abgerissen. Näheres im Text. $^3/_5$ nat. Größe.

---

[1]) KEISSLER, K. von, Einige neue Mißbildungen (Verhandl. zool.-bot. Ges. Wien, XLVIII, S. 686—687).

[2]) JANSEN, K. Ungewöhnliche Blattbildung bei der Roßkastanie (Mitt. Naturw. Ver. Düsseldorf, 2. Heft, Düsseldorf 1892, S. 50—51).

oft bis in den Herbst hinein erhalten bleiben“. Hier ist beizufügen, daß ich bei diesen Stammausschlägen auch in zwei Fällen den Übergang von gefingertem zu gefiedertem Blatt feststellen konnte. MASTERS[1]) bildet solche Formen in seiner Pflanzen-Teratologie ab. JANSEN[2]) gibt von den Übergangsformen zwischen Knospenschuppen und Laubblättern eine Beschreibung, die sich mit meinen Beobachtungen deckt. Er fand sie am Stamm eines jungen Roßkastanienbaumes, also auch an einer Stelle, welche besonders günstige Ernährungsbedingungen bietet. Alle diese Literaturangaben behandeln nur die morphologischen Verhältnisse und enthalten keine näheren anatomischen Angaben, wenn man von den kurzen Bemerkungen GOEBELS über die Gefäßbündel und Spaltöffnungen absieht. Da hier ein xerophytisches Schutzgebilde, die Knospenschuppe, in ein assimilierendes Laubblattgebilde übergeht, lag die Vermutung nahe, daß auch die anatomischen Verhältnisse entsprechend dem Funktionswechsel Veränderungen zeigen müssen. In der Tat ergab die vergleichend-anatomische Untersuchung Veränderungen, über welche im folgenden berichtet werden soll. Zunächst sollen aber die morphologischen Verhältnisse geschildert werden.

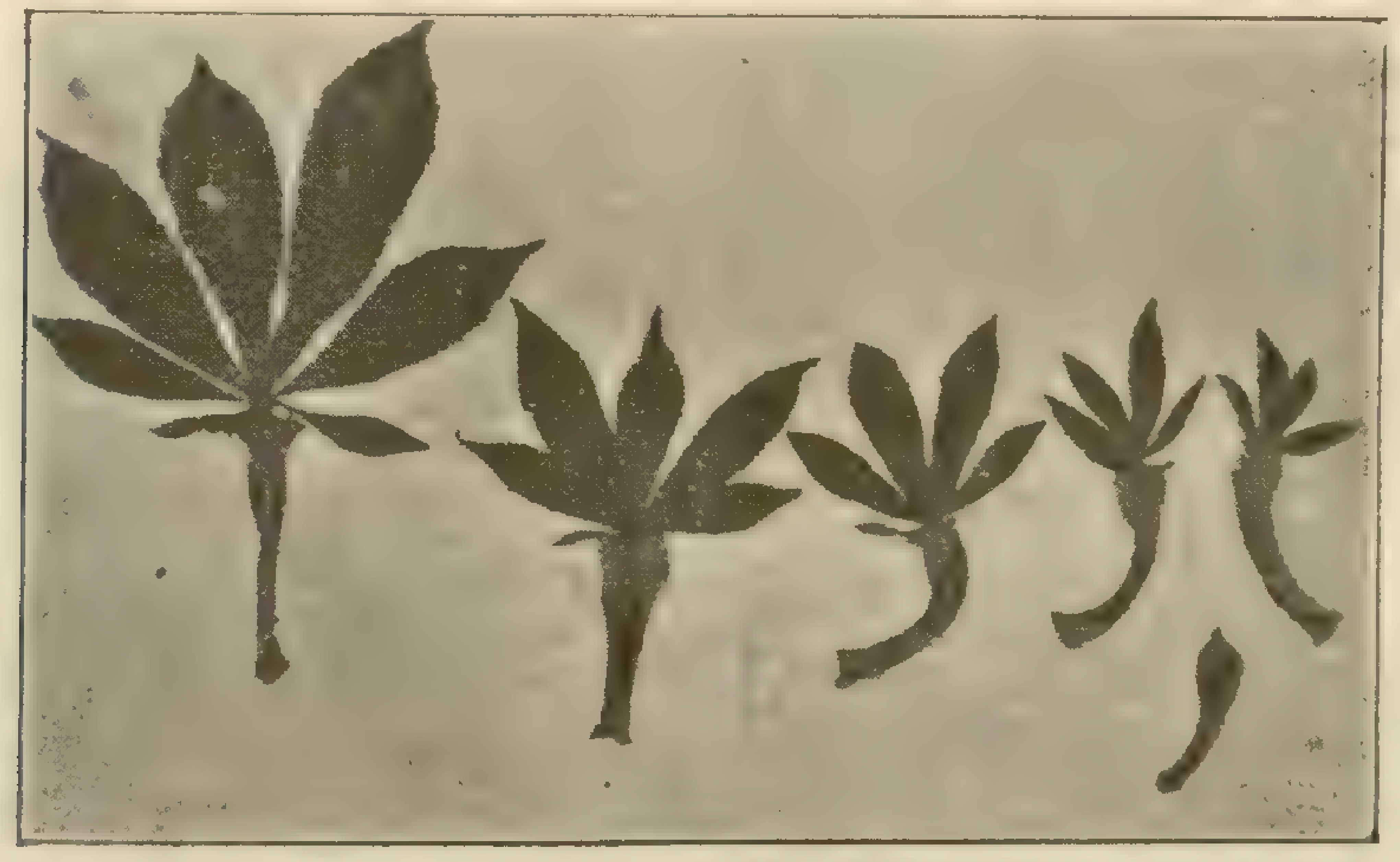


Abb. 3. Verschiedene Stadien umgebildeter innerster Knospenschuppen.
1/4 nat. Größe.

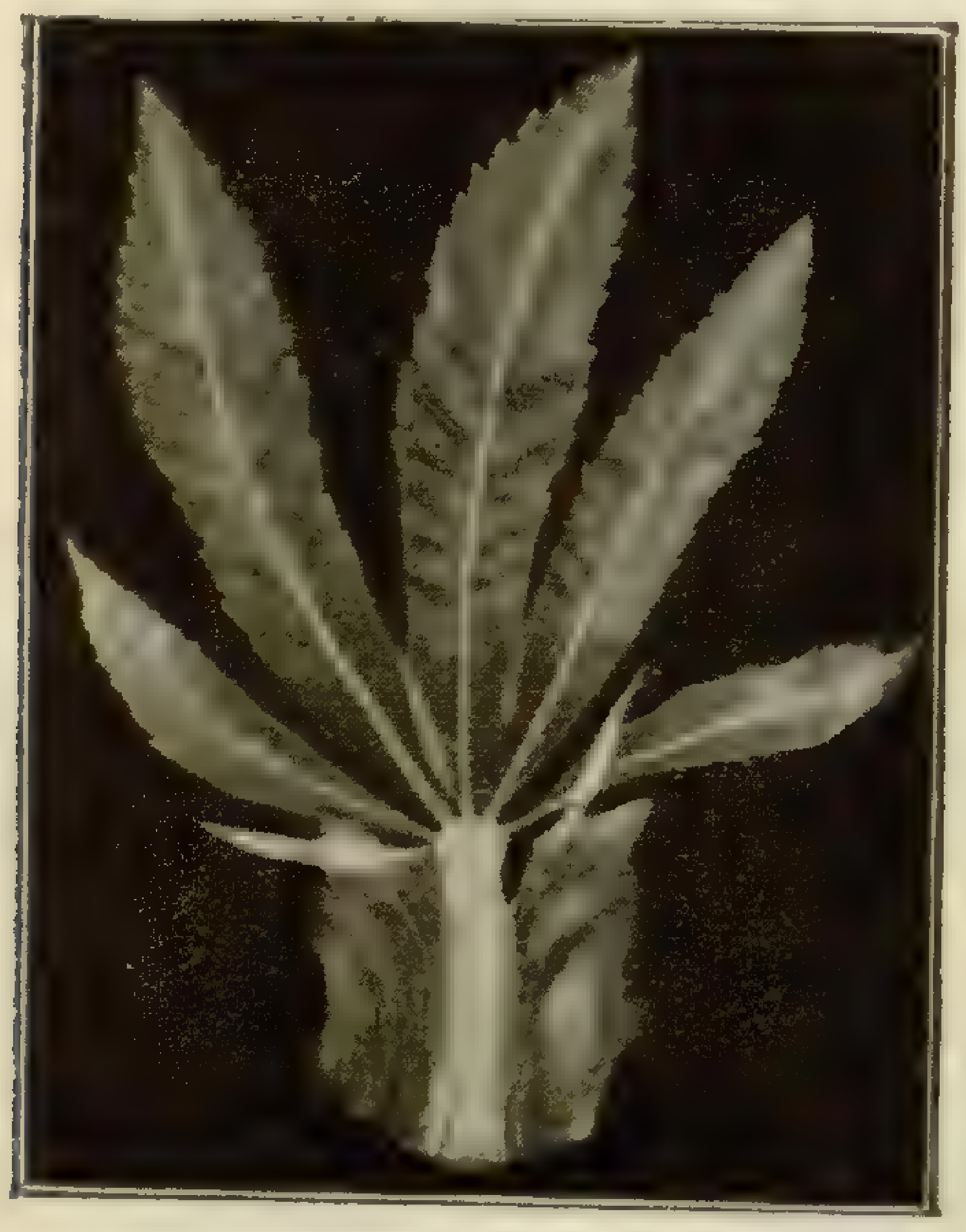
Die Übergangsformen von Knospenschuppen zu Laubblättern fand ich an nichtblühenden Stammausschlägen in 1 – 2 m Höhe über dem Boden. Immer findet sich die Umbildung bei den innersten

---

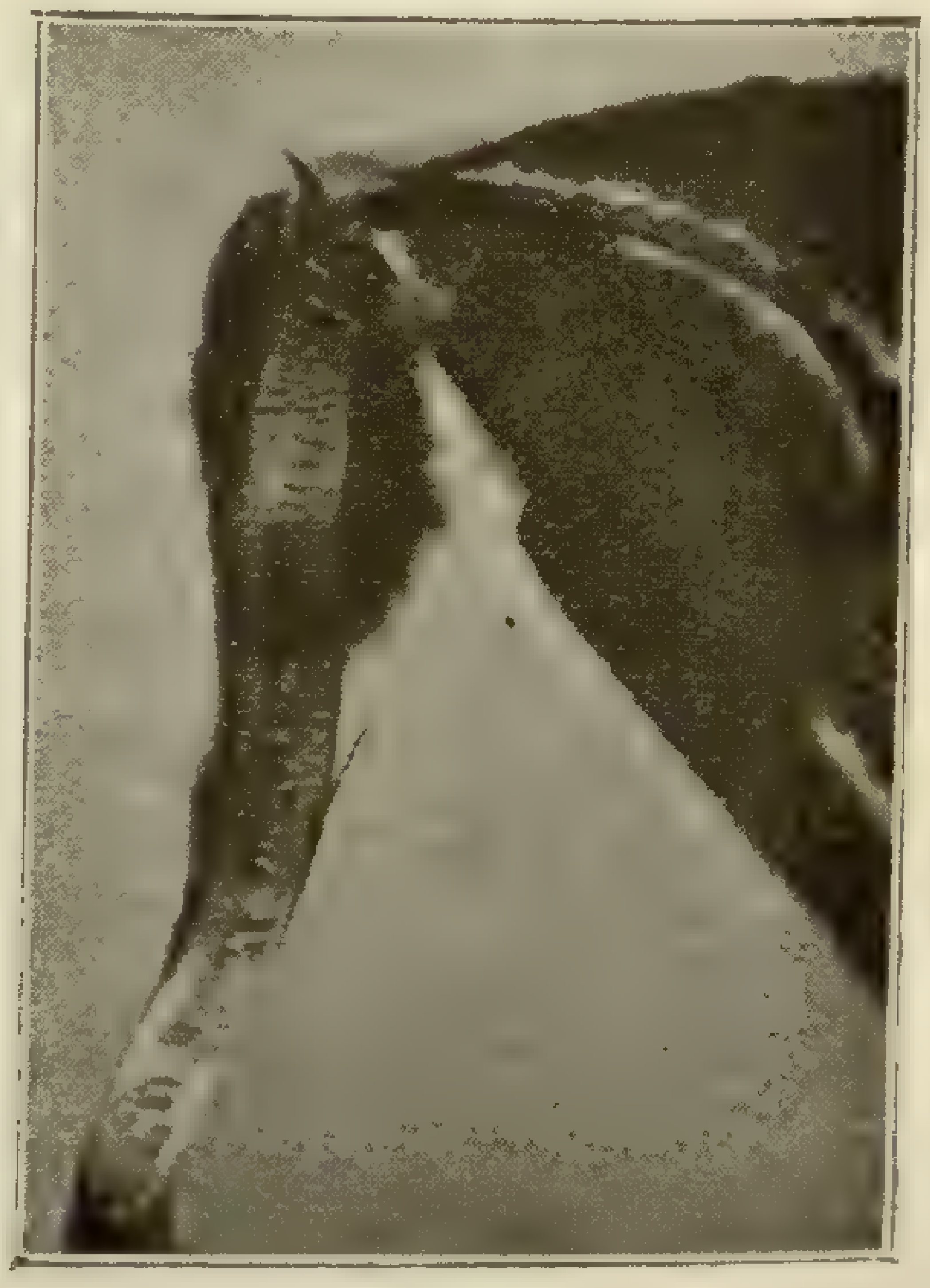
1) MASTERS, M. T., Pflanzen-Teratologie, deutsch von UDO DAMMER, Leipzig 1886. S. 496.

2) JANSEN, K., Ungewöhnliche Blattbildung bei der Roßkastanie (Mitt. Naturw. Ver. Düsseldorf, 2. Heft, Düsseldorf 1892, S. 50 - 51).

Knospenschuppen der Endknospe des Zweiges. Bei dem in Abbildung 1 abgebildeten Fall haben sich die drei innersten Knospenschuppenpaare der Endknospe zu laubblattähnlichen Formen umgebildet. Zwischen dem ersten und zweiten umgebildeten Schuppenpaar befindet sich ein Internodium von 6 cm Länge. Die beiden Knospenschuppenpaare sind also sehr weit auseinandergerückt. Von links unten in der Abbildung steigt ein Seitentrieb an, bei dem die Schuppen der Knospe, aus welcher er hervorging, schon abgefallen sind. Fehlt die Endknospe — im Vorjahr abgerissen oder abgeschnitten —, so zeigen auch die obersten Knospenschuppen der Seitentriebe des ersten bis zweiten Knospenpaares unter der fehlenden Endknospe diese Umbildung (vgl. Abb. 2). In diesem Fall — Fehlen der Endknospe — kann die Umbildung der Knospenschuppen auch an den unteren Zweigen der Krone vorkommen.



4



5

Abb 4. Direkte Kopie einer solchen durchsichtig gemachten Knospenschuppe. Blattscheide z T abgeschnitten, da sie wegen ihrer Krümmung und Einrollung nicht in eine Ebene gebracht werden kann Nat. Größe.

Abb. 5. Blasig gerunzelte Blattscheide einer umgebildeten innersten Knospenschuppe. Durch Nadeln etwas gestreckt. Haarfilz entfernt. $^2/_3$ nat. Größe.

Ich fand diesen Fall ein einziges Mal, obwohl ich zahlreiche Bäume darauf untersuchte. Es dürfte sich in diesen Fällen um eine von GOEBEL[1]) so genannte „Korrelation des Wachstums“ handeln. Das verschieden starke Austreiben von Achselknospen der umgebildeten Schuppenpaare ist mit der für *Aesculus* bekannten Anisophyllie in Zusammenhang zu bringen. Bei dem in Abb. 1 abgebildeten Fall befinden sich in den Achseln der drei umgebildeten obersten (innersten) Knospenschuppenpaare Knospen, von denen beim obersten Paar nur die auf der Abbildung links befindliche Knospe sich entfaltet hat und zwei gut ausgebildete Blätter mit Blattscheide, Stiel und Spreite zeigt. Bei dem darunter folgenden Schuppenpaar haben sich beide Achselknospen entfaltet und zeigen je zwei Blätter. Bei dem folgenden Schuppenpaar (in der Abbildung nicht genau zu sehen) hat sich wieder nur die linke Achselknospe zu zwei Blättern entfaltet. Die Abbildung 3 zeigt verschiedene Entwickelungszustände solcher umgebildeter Knospenschuppen. Ehe sich eine Blattspreite bildet, entwickelt sich die Schuppe — morphologisch die Blattscheide — zu einem blattähnlichen Gebilde von 3—4 cm Länge und 1—2 cm Breite. In diesem Zustand ist die Laminaranlage nur als kleines Spitzchen zu sehen. Ein Blattstiel wird nicht gebildet, sondern in der weiteren Entwickelung verlängert sich der scheidige Blattgrund (die ursprüngliche Schuppe) und krümmt sich, so daß er eine nach oben konkave offene Rinne bildet, die auf beiden Längsseiten mit einem dünnen häutigen Saum versehen ist, der an der Spitze, bei ausgebildeter Blattlamina bis zu 1 cm breit sein kann, im Laufe des Jahres aber mehr und mehr vertrocknet. Dieser Saum ist mit den zwei kleinsten Teilblättchen der inzwischen ausgebildeten Spreite verwachsen (vgl. Abb. 4). Die Innenseite der rinnenförmigen Blattscheide ist blasig-quergerunzelt (vgl. Abb. 5) und mit einem rostbraunen Haarfilz (in der Abbildung abgestreift, damit die Blasen zu sehen sind) überzogen. Vom Saum sind hier nur noch Reste zu sehen. Die Teilblättchen

---

[1]) GOEBEL, a. a. O. S. 809.

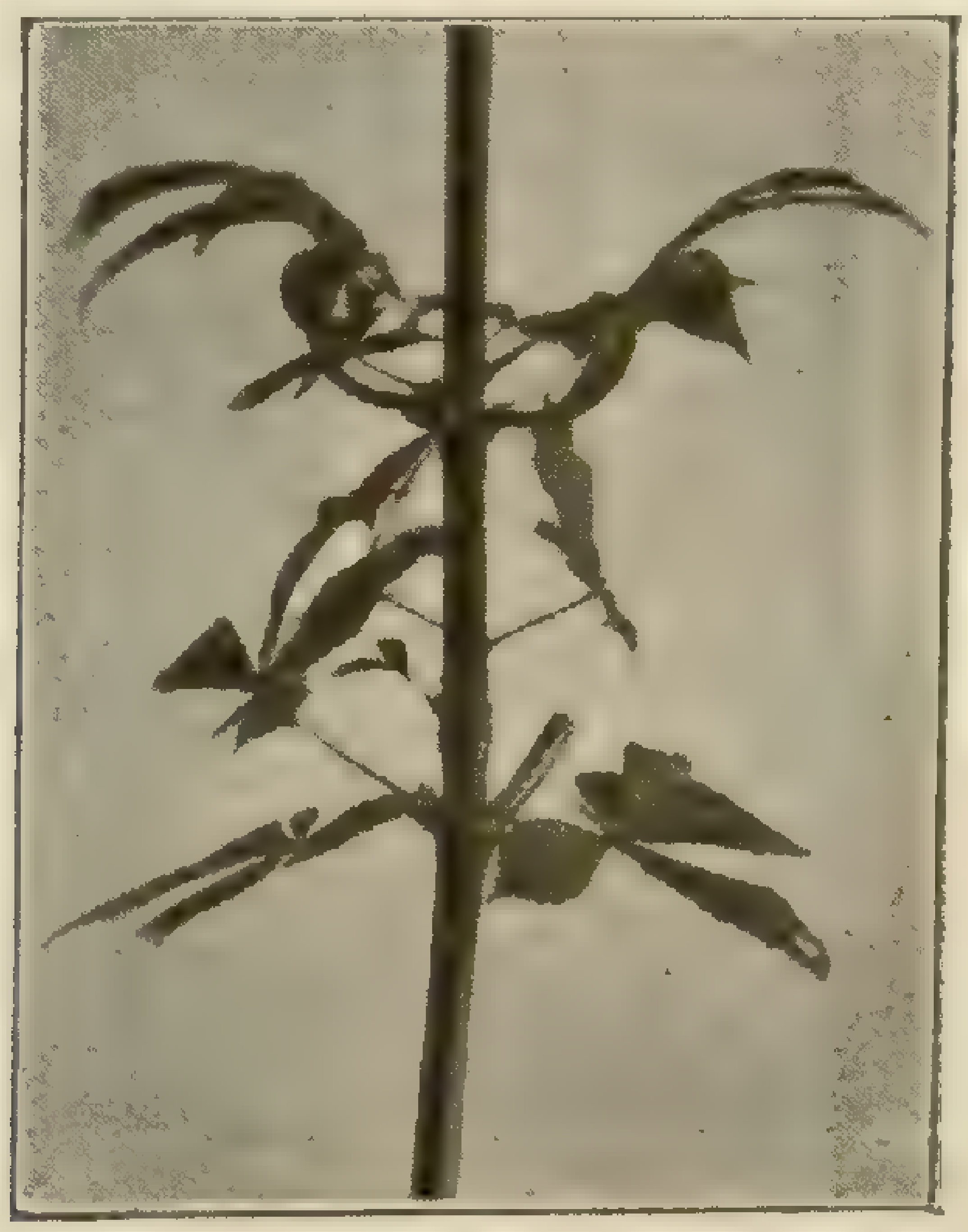
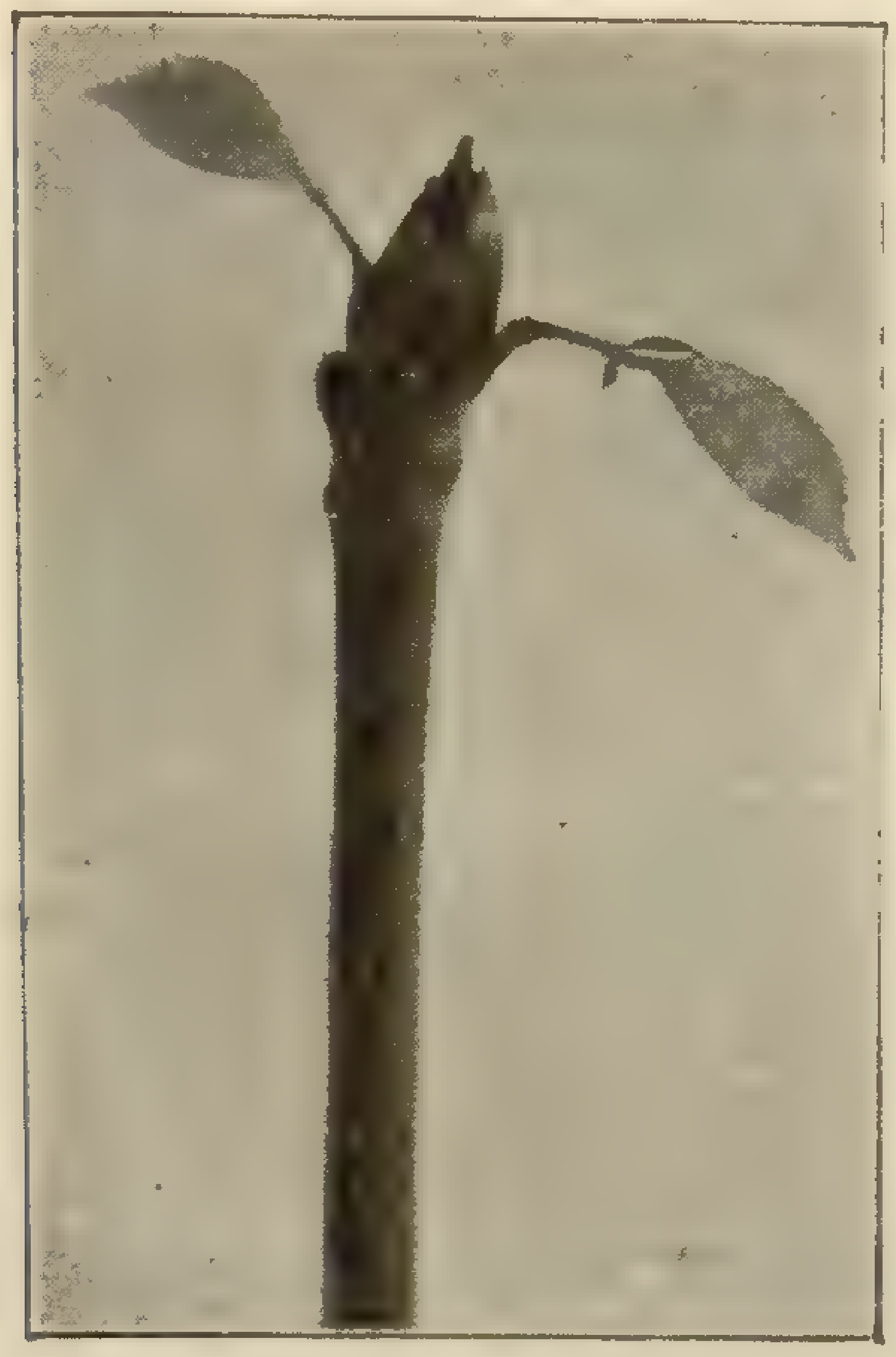


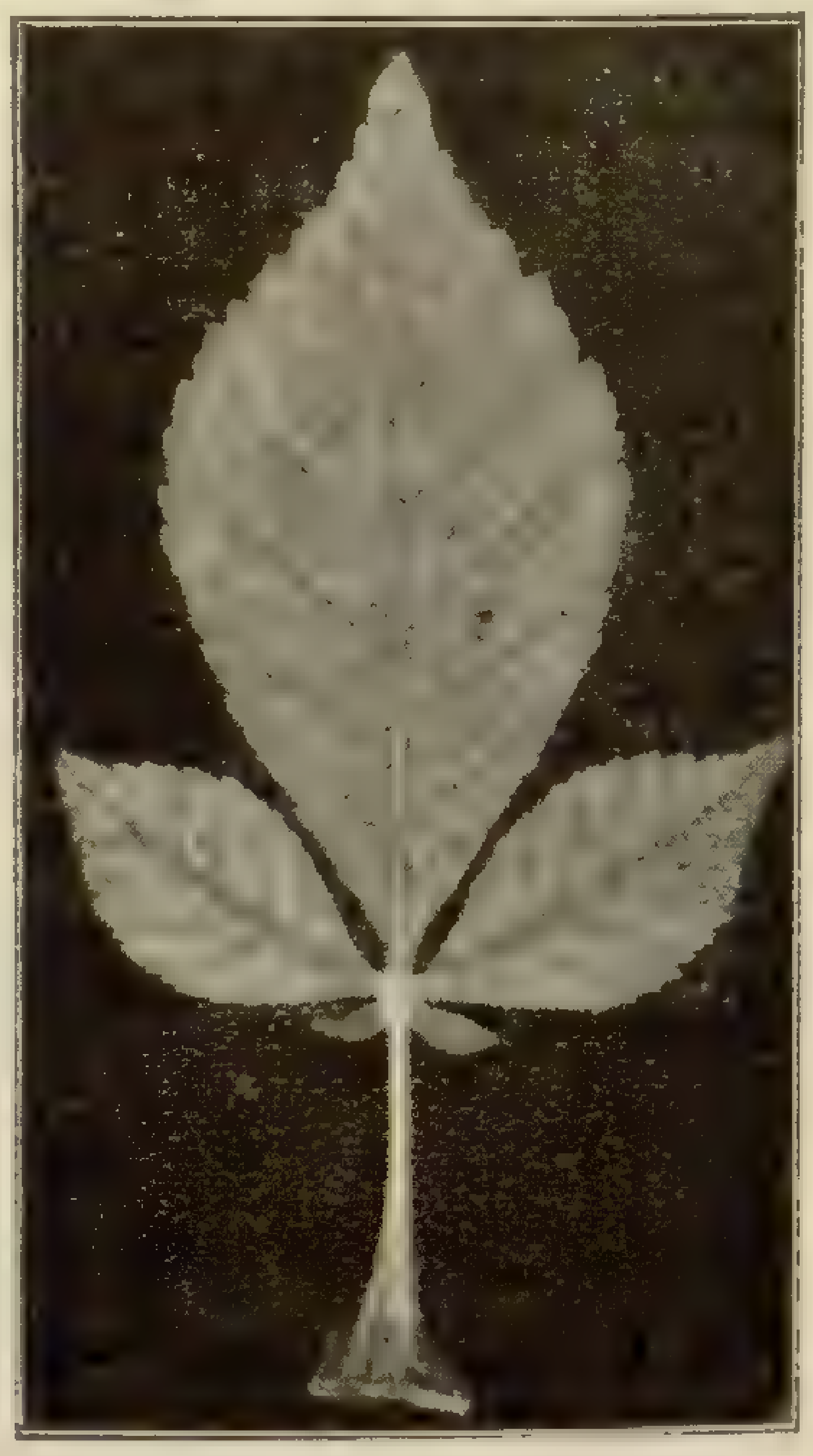
Abb. 6. Soll die spätere S-förmige Krümmung der Blattscheide der umgewandelten innersten Knospenschuppen zeigen. $^1/_5$ nat. Größe.

der Blattspreite können bis 9,4 cm lang werden. Sie nehmen erst allmählich eine den Teilblättchen der normalen Blätter ähnliche Form an. Die Blattscheide krümmt sich später s-förmig (vgl. Abb. 6).

Eine andere Art von Mittelform zwischen Knospenschuppe und Laubblatt, die sich mehr der eigentlichen Laubblattform nähert, bildet sich bei denselben Stammausschlägen an den heurigen Trieben zur Zeit des zweiten Triebs (Ende Juni — Anfang Juli). Das äußerste Knospenschuppenpaar der Endknospe eines heurigen Triebs entwickelt sich nämlich zu einem richtigen Laubblattpaar, bei dem, zum Unterschied von den im Frühjahr aus den innersten Knospenschuppen der vorjährigen Endknospe hervorgehenden Übergangsformen, zwischen der Blattspreite und der den Blattgrund bildenden Schuppe ein Blattstiel eingeschaltet wird. Die Abb. 7 zeigt ein solches zu Laubblättchen umgewandeltes Schuppenpaar mit 1—3 Teilblättchen; Abb. 8 ist eine direkte Kopie eines solchen mit JAVELLEscher Lauge und Salzsäure durchsichtig gemachten Schuppenblattes. Die äußerste Schuppe ist normal an ihrer inneren und äußeren Oberfläche verkorkt. Die Verkorkung wird längs der Mittellinie der Schuppe keilförmig gesprengt und aus der Spitze der Schuppe entwickelt sich das Blättchen mit Stiel. Diese zweierlei



7



8

Abb. 7. Heurige Endknospe eines Stammausschlages mit zu Blättchen umgebildeten äußersten Knospenschuppen. $^3/_5$ nat. Größe.

Abb. 8. Direkte Kopie einer solchen zu einem Blättchen umgebildeten äußersten Knospenschuppe. Nat. Größe.

Arten von Übergangsformen zwischen Knospenschuppen und Laubblättern beschreibt BERTHOLD[1]) für *Acer pseudoplatanus* und fügt hinzu, daß bei *Aesculus* und bei anderen Objekten die Verhältnisse ganz ähnlich liegen. Bei den zuletzt beschriebenen „Sommermittelformen“ behält die Schuppe etwa ihre ursprüngliche Größe bei; sie vergrößert sich nicht in einem solchem Maße, wie es bei den aus den innersten Knospenschuppen hervorgehenden „Frühjahrsmittelformen“ der Fall ist.

Wie schon oben erwähnt, lag es nahe, anzunehmen, daß mit dem Funktionswechsel, der mit der Umbildung und blattähnlichen Vergrößerung dieser innersten Knospenschuppen verbunden ist, auch anatomische Veränderungen des Organs Hand in Hand gehen. Während die Schuppe die Funktion eines Schutzgebildes der Knospe hat und eine ausgesprochen xerophytische Struktur besitzt, geht sie bei ihrer Umbildung und Vergrößerung zunächst (ehe an ihrer Spitze die Spreite sich entfaltet) in ein laubblattähnliches Gebilde über, welches inbezug auf Atmung, Assimilation und Transpiration unter ganz anderen Bedingungen steht als die eingeschlossene Schuppe. Tatsächlich fand sich auch bei diesen Übergangsgebilden in der Ausbildung der Spaltöffnungen, welche mit der Atmung, Assimilation und Transpiration in engster Beziehung stehen, eine Änderung.

Ehe wir hierauf näher eingehen, müssen wir uns vorher mit dem Bau, besonders der Spaltöffnungen der normalen Knospenschuppe beschäftigen. Die folgenden Angaben beziehen sich auf Schuppen von Knospen, die in diesem Jahr gebildet wurden und Ende September schon so angeschwollen waren und Balsam ausschwitzten, also in einem Zustand waren wie sonst die Knospen im Frühjahr vor dem Knospenaufbruch. Im allgemeinen finden wir 9 Paare von Knospenschuppen an den Endknospen der untersuchten Zweige der Stammauschläge. Das erste (äußerste) Paar ist meist — zur Zeit der Untersuchung Ende September — zu der Sommermittelform umgebildet. Vom 3. Schuppenpaare an nehmen die zunächst vereinzelten Spaltöffnungen bei den nach innen folgenden Paaren zu. Die Spaltöffnungen sind aber auf der Innenseite der Schuppen immer zahlreicher als auf der Außenseite, wo sie mehr vereinzelt stehen. Ihr Bau bietet nichts Besonderes. Sie stehen auf gleicher Höhe wie die übrigen Epidermiszellen. In Abb. 9 ist die Oberflächenansicht einer solchen Spaltöffnung von der Innenseite einer innersten Knospenschuppe des 9. Paares dargestellt. Das Grundgewebe der äußeren Knospenschuppen (1. bis 6. Paar) ist aus Kollenchymzellen zusammengesetzt, wie dies auch MIKOSCH 1) für *Aesculus* angibt (S. 734). In den inneren Paaren (7.—9. Paar) werden die Grundparenchymzellen immer mehr dünnwandig. Alle Schuppen enthalten sehr viel oxalsauren Kalk in Drusenform. Lufterfüllte Spalträume, wie sie in den späteren Stadien der Entwickelung der Knospenschuppen auftreten, sind in diesem Zustand noch nicht zu bemerken. MIKOSCH (S. 737) bringt die Entstehung solcher Spalträume mit der Anhäufung von oxalsaurem Kalk in Zusammenhang. Er sagt: „In späteren Stadien werden die Gewebspartien, in denen sich größere Mengen von oxalsaurem Kalk angesammelt haben, von dem über ihnen liegenden Grundgewebe getrennt, wodurch im Tegment selbst größere, lufterfüllte Räume entstehen, die offenbar das Tegment zu einem schlechten Wärmeleiter machen sollen.“ Solche große lufterfüllte Spalträume treten aber in dem scheidig verlängerten und vergrößerten Blattgrunde der aus den innersten Knospenschuppen entstandenen Übergangsformen regelmäßig auf. Ich konnte aber an den Grenzen dieser Spalträume keine Anhäufung von oxalsaurem Kalk feststellen. Die Angaben von MIKOSCH beziehen sich übrigens nur auf die äußeren Knospenschuppen und hier haben wir es mit den innersten zu tun. Die Erklärung der Entstehung solcher Spalträume, welche GRÜSS 2) gibt, scheint mir auch für unseren Fall zu gelten. Er sagt auf S. 639: „In den meisten Knospenschuppen bemerkt man einen Spaltraum, welcher sich durch das ganze

---

[1]) BERTHOLD, G., Untersuchungen zur Physiologie der Pflanzlichen Organisation, Leipzig 1904, II. Teil, 1. Hälfte, S. 31.

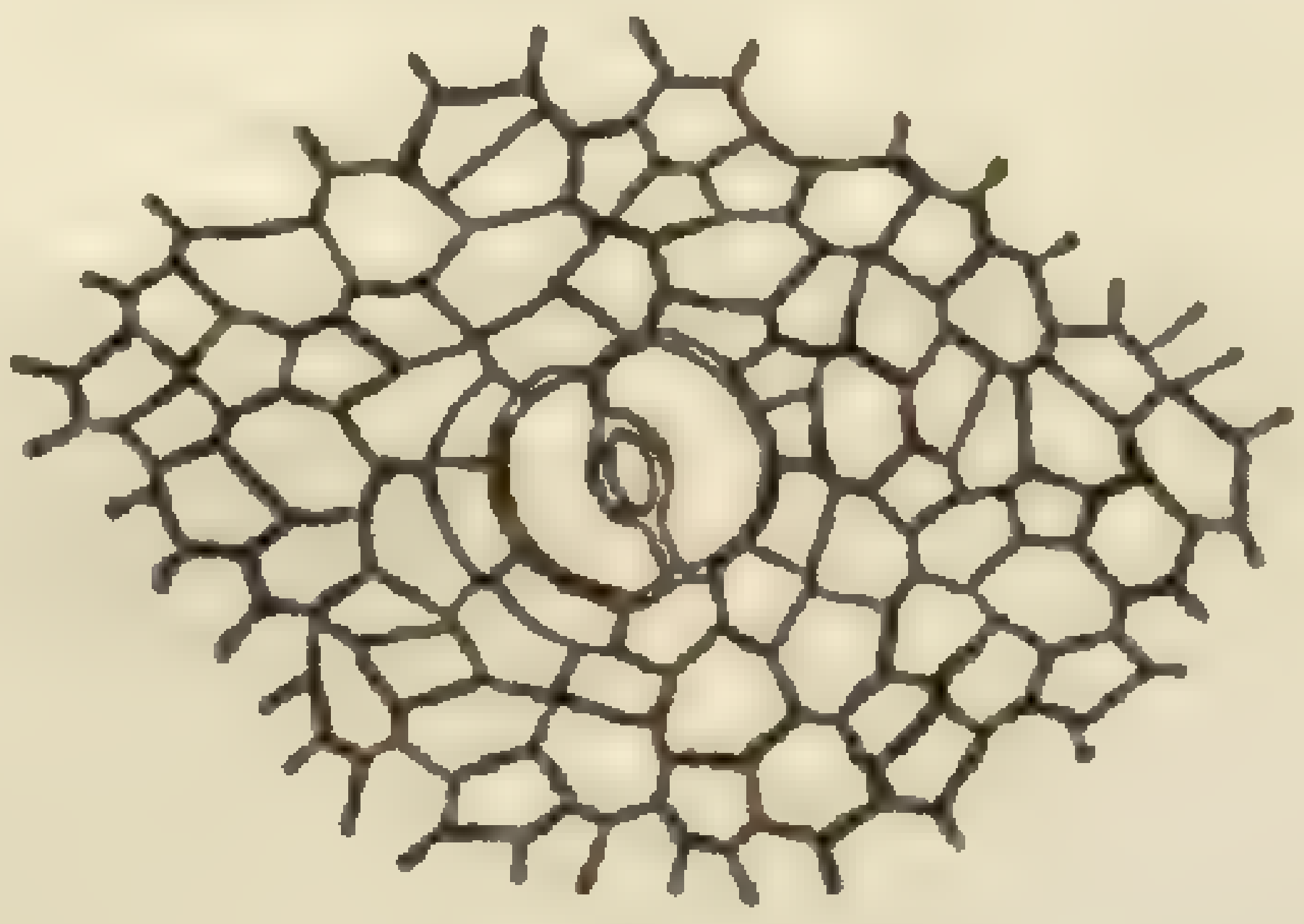


Abb. 9. Spaltöffnung auf der Innenseite einer normalen Knospenschuppe des innersten Schuppenpaares. Vergr. 230fach.

---

1) MIKOSCH, K., Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecken dicotyler Holzgewächse Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Bd. LXXIV, Abt. 1, math.-natw. Klasse, Wien 1876, S. 723—755.

2) GRÜSS, J., Beiträge zur Biologie der Knospe (Jahrb. f. wiss. Bot. 1892, XXIII, S. 637—703).

Parenchym parallel der Schuppenoberseite hinzieht. Er entsteht auf eine rein mechanische Weise. Beim Knospenaufbruch findet am Grunde der Schuppen eine starke Zellvermehrung statt. Da nun die Epidermiszellen auf der Unterseite der äußersten Tegmente abgestorben sind, so muß das Wachstum einseitig werden, kann also nur auf der Oberseite, wo sich noch teilungsfähige Zellen vorfinden, ergiebig sein. In Folge davon wird sich die Schuppe umbiegen und im Innern einen Spaltraum entstehen lassen, in welchem sich oft Drusen von Calciumoxalat bilden; auch in den inneren Schuppen ist der Spaltraum bemerkbar, denn ihr Wachstum verläuft in ähnlicher Weise: die Zellteilung ist am Grunde auf der Oberseite stärker als auf der Unterseite.“ Solche Spalträume erstrecken sich beinahe durch die ganze Länge der Blattscheide der umgebildeten Knospenschuppen von *Aesculus Hippocastanum* parallel der Oberseite und sind an den quer verlaufenden blasig aufgetriebenen Stellen besonders groß. Im Längsschnitt sieht man die Epidermis samt einigen darunter folgenden Zellschichten wellenförmig vom Grundgewebe abgehoben. Einen ähnlichen Fall von Bildung einer sich abhebenden Falte, der auch auf dem besonders lebhaften Wachstum der Epidermis und der ihr anliegenden Grundgewebslagen beschreibt KÜSTER[1]) von *Fuchsia globosa* und gibt auch eine Abbildung der Gewebefalte. Die Ursache des stärkeren Oberflächenwachstums ist hier aber durch die Entwickelung im dampfgesättigten Raum gegeben. In unserem Falle gilt die oben erwähnte Erklärung von GRÜSS. Ob in unserem Falle die Feuchtigkeit, welche in der haarfilzigen Rinne der Blattscheide, besonders in diesem regenreichen Sommer, sicher zeitweise vorhanden war, eine Rolle spielt, könnte nur durch das Experiment nachgewiesen werden. Wahrscheinlich spielt sie hier nur eine sekundäre Rolle.

Im Folgenden möchte ich nun auf zwei anatomische Besonderheiten der umgebildeten Knospenschuppen näher eingehen; erstens auf die papillenförmige Erhebung der Spaltöffnungen und zweitens auf die Ausbildung einer Art von Schwammparenchym und auf eigentümliche Kalluswucherungen, welche im Innern an den Rändern der oben erwähnten schizogenen Spalträume auftreten.

1. Papillenförmig erhöhte Spaltöffnungen.

Wie oben erwähnt wurde, besitzen die normalen innersten Knospenschuppen Spaltöffnungen, welche in ihrem Bau keine Besonderheiten aufweisen und auf gleicher Höhe mit den Epidermiszellen stehen (vgl. Abb. 9). Die Spaltöffnungen der konkaven Oberseite der rinnenförmig vertieften, blasig-quergerunzelten und mit einem abwischbaren rostbraunen Haarfilz bedeckten verlängerten Blattscheide der aus den innersten Knospenschuppen hervorgegangenen Uebergangsformen, siud mehr oder weniger stark über die Epidermis emporgehoben und befinden sich an der Spitze von

---

[1]) KÜSTER, E., Pathologische Pflanzenanatomie, 2. Auflage, Jena 1916, S. 294/295.

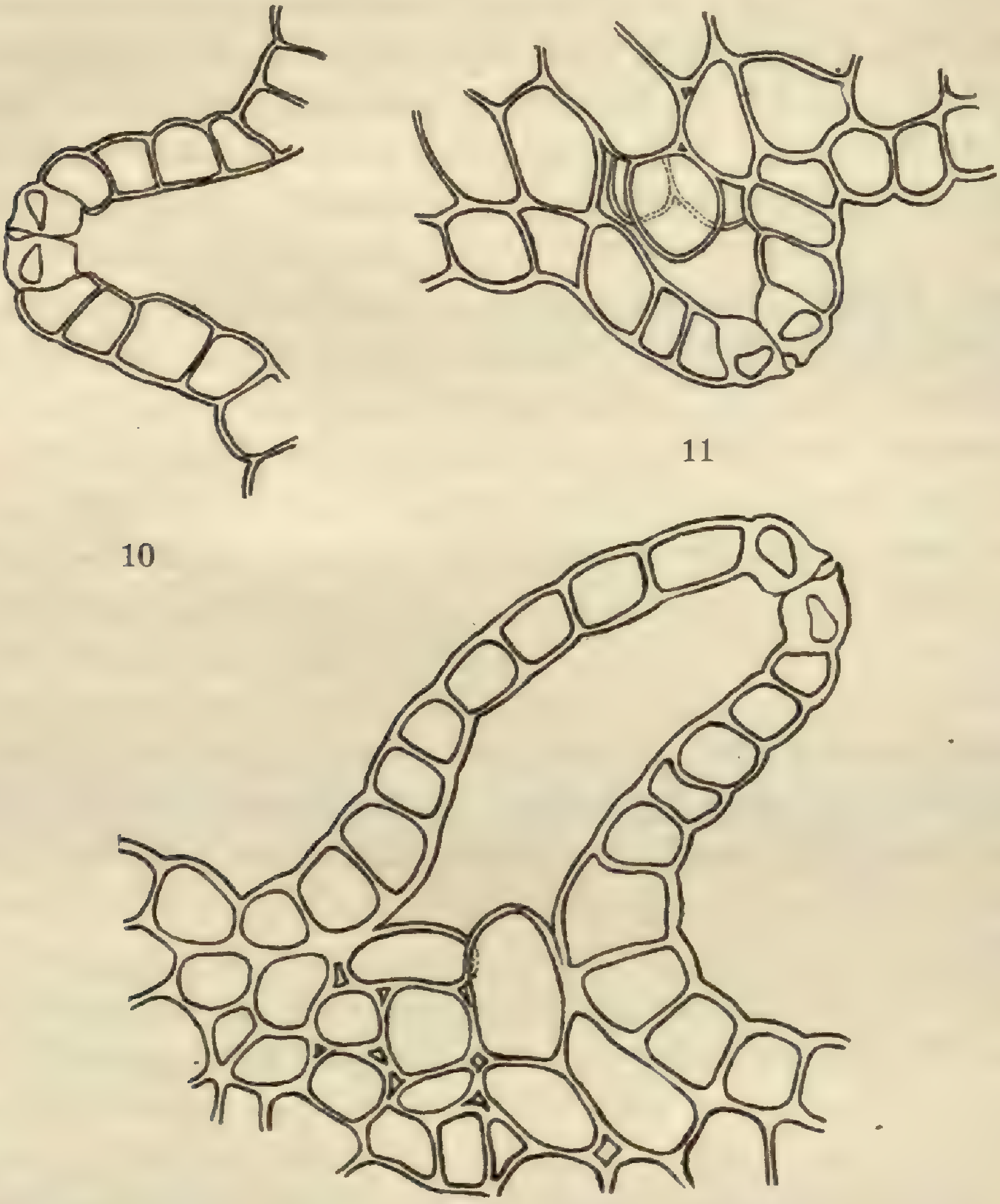


Abb. 10, 11 und 12. Schnitte durch papillenförmig erhöhte Spaltöffnungen von der Oberseite der Blattscheide einer umgebildeten innersten Knospenschuppe. Vergr. 440fach.

papillenförmigen Erhebungen, ähnlich wie bei *Cucurbita Pepo*. Diese zylindrischen bis abgestumpft kegelförmigen Papillen stellen Erhebungen für sich dar und haben mit den oben erwähnten Erhebungen und Faltungen der Epidermis mit anschließenden Gewebelagen nichts zu tun. Die Abbildungen 10—12 zeigen mediane

Schnitte durch solche Spaltöffnungen tragende Papillen. Die Erhöhung über die Epidermis beträgt durchschnittlich das 3—4fache der Dicke der Epidermiszellen, kann aber, wie in Abb. 12 das 6—8-fache der Epidermisdicke erreichen. Im Innern der Papille befindet sich eine ziemlich große Atemhöhle. Die Schließzellen besitzen scharfkantige Kutikularleisten.

An der konvex gebogenen Außen-(Unter-)Seite der Blattscheide dieser Uebergangsformen, welche ebenfalls mit rostbraunen Haaren bedeckt ist, sind die Spaltöffnungen in viel geringerer Anzahl als auf der Oberseite vorhanden und kaum merklich über die Epidermis erhöht (vgl. Abb. 13). Die Spaltöffnungen der Teilblättchen der Spreite dieser Uebergangsgebilde befinden sich nur auf der Unterseite der Teilblättchen wie bei den normalen Blättern und zeigen genau dieselbe Ausbildung wie diejenigen der normalen Blätter, sind also nicht über die Epidermis erhöht.

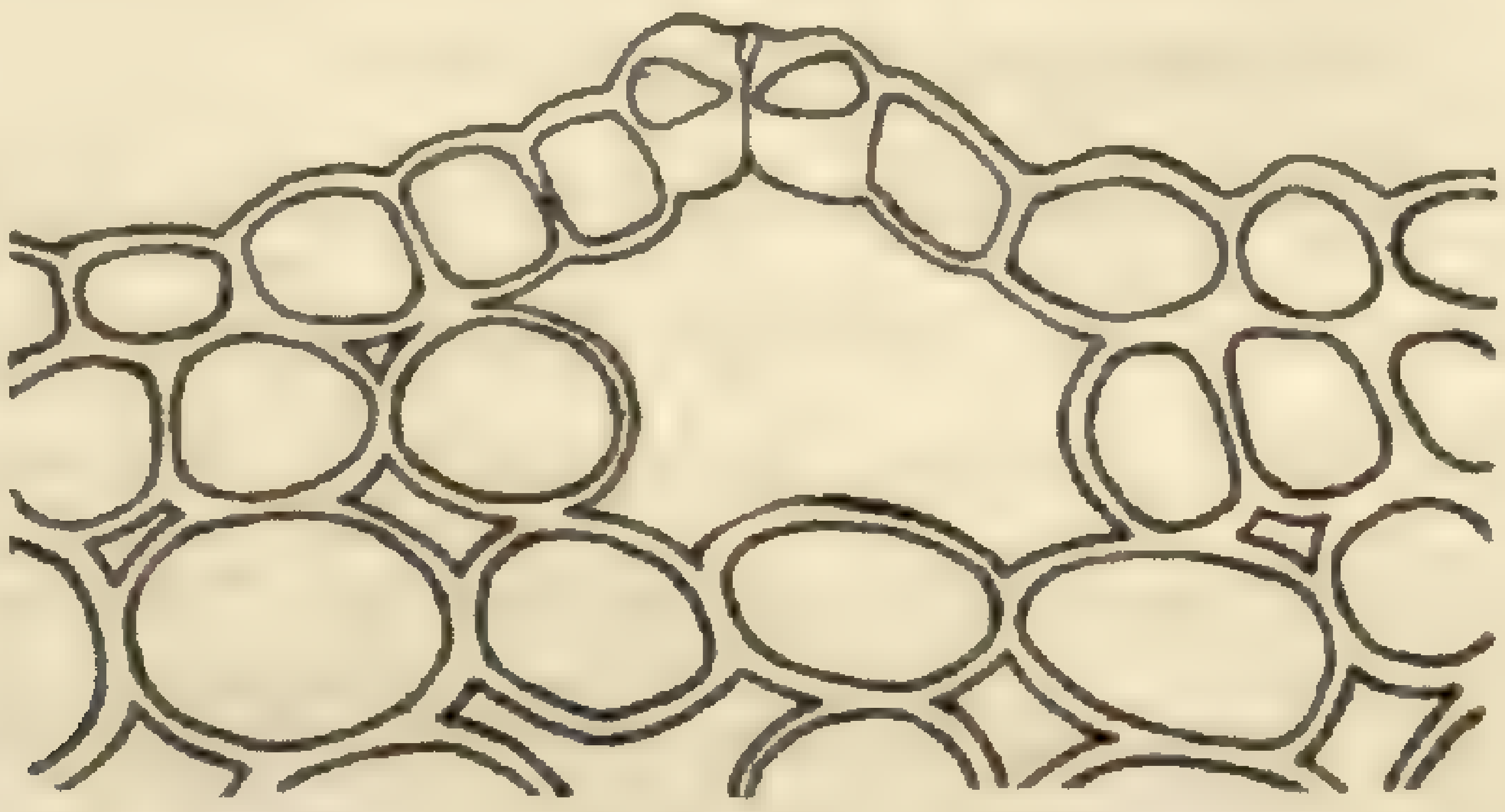


Abb. 13. Schnitt durch eine Spaltöffnung von der Unterseite der Blattscheide einer umgebildeten innersten Knospenschuppe. Vergr. 440fach.

Was sind nun die Ursachen für die Erhöhung der Spaltöffnungen auf der Oberseite der Blattscheide dieser Übergangsgebilde? HABERLANDT[1]) äußert sich über die erhöhte Lage von Spaltöffnungen folgendermaßen: „Der biologische Vorteil, welcher mit dieser Lage der Spaltöffnungen verbunden ist, kann einstweilen noch nicht mit Sicherheit angegeben werden. Aus dem Umstande, daß emporgehobene Spaltöffnungen nicht selten an Pflanzen feuchter, schattiger Standorte, wie z. B. bei verschiedenen Farnen, vorkommen, könnte gefolgert werden, daß die exponierte Lage der Stomata ein Mittel zur Erhöhung der Transpiration vorstellt. Auch leicht benetzbare Blätter besitzen oft emporgehobene Spaltöffnungen, was vielleicht als Schutzmittel gegen eine länger andauernde kapil-

---

1) HABERLANDT, G. Physiologische Pflanzenanatomie 4. Aufl. Leipzig 1909. S. 430.

lare Verstopfung der Spalten mit Wasser zu deuten ist. Andererseits ist diese Lage der Stomata auch an sehr stark behaarten Blättern, in gemeinschaftlichen äußeren Atemhöhlen und Längsrinnen zu beobachten; in diesem Falle läßt sich kaum ein plausibler Grund dafür angeben."

In den Fällen, welche HABERLANDT anführt, sind die erhöhten Spaltöffnungen überkommene Artmerkmale, und über die Ursachen ihrer Erhöhung über die Epidermis können wir nur Vermutungen anstellen. In dem uns hier vorliegenden Falle sehen wir aber die Erhöhung der Spaltöffnungen gewissermaßen vor unseren Augen vor sich gehen, Hand in Hand mit der Umwandlung eines Organs. Wir haben uns also mit der Frage zu beschäftigen, ob die Schuppe bei ihrer Umwandlung eine Steigerung der Transpiration erfährt und ob für die Spaltöffnungen nach der Umwandlung der Schuppe die Gefahr einer kapillaren Verstopfung besteht. Trifft beides oder eines von beiden zu, so dürfte die kausale Erklärung der Erhöhung der Spaltöffnungen damit gegeben sein, zugleich aber hätten wir es mit einer direkten Anpassung zu tun; wir könnten dann die Erhöhung der Spaltöffnungen auch final deuten, da sie offenbar dem Organ einen biologischen Vorteil bringen bezw. für das Organ ein Schutzmittel gegen eine von außen drohende Gefahr darstellen würde. Wir haben uns also die Verschiedenheit der Bedingungen für die Knospenschuppe einerseits und für das Übergangsgebilde andererseits bezüglich der Transpiration und Atmung zu vergegenwärtigen.

Aus der Schuppe, einem durchaus xerophytisch gebauten Organ, wird zunächst ein blattartiges Gebilde (vgl. Abb. 3 rechts und das von GOEBEL weiter oben Gesagte), das wie die normalen Blätter von der umgebenden Luft umspült wird. Das Gebilde wächst stark, wird also eine intensive Atmung haben, und da es unter einer starken Wasserzufuhr gebildet wird und eine reiche Nervatur besitzt, so wird es auch eine starke Transpiration haben. Können nun die auf der Oberseite vorhandenen zahlreichen Spaltöffnungen — die auf der Unterseite weniger zahlreichen kommen hierbei weniger in Betracht — den an sie gestellten Anforderungen besonders in Hinsicht auf Transpiration und Atmung vollauf genügen? Offenbar nicht, denn sie stehen unter denkbar ungünstigen Bedingungen der Außenwelt gegenüber. Die Transpirationsmöglichkeit ist durch die rinnenförmige Vertiefung und durch den Haarfilz — beides durchaus eine xerophytische, von der Schuppennatur stammende Ausstattung — ziemlich gering. Weiter bietet die nach oben offene Rinne die Möglichkeit, daß Wasser in der

Rinne stehen bleibt und so für die Spaltöffnungen die Gefahr einer länger andauernden kapillaren Verstopfung und Verhinderung ihrer Tätigkeit besteht. Machen wir uns diese Verhältnisse klar, so bleibt uns keine andere Deutung der papillenförmigen Erhöhung der Spaltöffnungen übrig als die, daß wir es hier nach STAHL[1]) mit einer sogenannten adversen direkten Anpassung zu tun haben. Unter adversen Anpassungen versteht STAHL (S. 155) „Schutzmittel der Pflanzen gegen feindliche Organismen und von der anorganischen Umgebung drohende Gefahren."

Fassen wir das Bisherige kurz zusammen: Die Schuppe, ein Organ, welches nach Erfüllung seiner Schutzfunktion für die Knospe normalerweise abfällt, ist hier unter besonders günstigen Ernährungsbedingungen erhalten geblieben und hat sich zu einem Laubblattgebilde umgewandelt, das nach meinen Beobachtungen bis in den Herbst (Ende September bis Anfang Oktober) erhalten bleibt. Dieses laubblattähnliche Gebilde hat von seiner früheren Knospenschuppennatur xerophytische Merkmale (Einrollung und Haarfilz) behalten. Unter den veränderten Lebensbedingungen sind ihm diese xerophytischen Merkmale nicht mehr notwendig und nützlich, sondern im Gegenteil eher hinderlich und schädlich. Durch Erhöhung der Spaltöffnungen paßt sich das Organ an die neuen Bedingungen an. Wir haben also die Erhöhung der Spaltöffnungen als eine Schutzmaßregel, als eine adverse direkte zweckmäßige Anpassung aufzufassen.

Daß bei den im Sommer aus den äußersten Knospenschuppen hervorgehenden Uebergangsformen keine Erhöhung der Spaltöffnungen stattfindet, erklärt sich leicht so, daß hier die Schuppe selbst (der Blattgrund) keine merkliche Vergrößerung erfährt, keine rinnenförmige Vertiefung und keinen Haarfilz besitzt. Die wenigen Spaltöffnungen, welche ich an der Übergangszone von Schuppe und Blattstiel bei letzteren Zwischenformen beobachtete, sind nicht erhöht.

---

1) STAHL, E. Regenfall und Blattgestalt (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg Vol. XI, pag. 98—182; 1893).

2. Die Ausbildung einer Art von Schwammparenchym und das Auftreten von Kalluswucherungen an den Rändern der inneren Spalträume.

Die normalen innersten Knospenschuppen zeigen unter der äußeren Epidermis zunächst mehrere Schichten von dickwandigem Gewebe. Nach innen folgt ein dünnwandiges, reich mit lufterfüllten Interzellularen durchzogenes Grundgewebe, in welchem die Gefäßbündelanlagen liegen und welches gegen die innere Epidermis zu wieder in mehrere Schichten von dickwandigem Gewebe übergeht. Schwammgewebe ist nicht vorhanden.

Der scheidig verlängerte Blattgrund einer umgewandelten innersten Schuppe dagegen zeigt im Querschnitt in seiner unteren Hälfte folgendes Bild (vgl. Abb. 14): Auf die äußere (untere) Epidermis folgen zunächst 3—4 Schichten von dickwandigen, kollenchymatisch verdickten und Chlorophyll führenden kleinen Zellen, zwischen denen sich keine Interzellularen befinden. Dieses kleinzellige, dickwandige Gewebe geht in weitlumigere, dünnwandigere Zellen über, welche nur noch an den Ecken kollenchymatisch verdickt sind. Häufig finden sich kleine Zerreißungen des Gewebes oder streckenweise gequetschtes Gewebe, offenbar Folgen von Gewebespannungen. Hierauf folgt ein dünnwandiges, an den Ecken nicht verdicktes Grundparenchym, das von zahlreichen, im Querschnitt 3—4eckigen Interzellularräumen durchzogen ist. In diesem Grundgewebe befinden sich die von mechanischem Gewebe umgebenen Gefäßbündel, welche einen zusammenhängenden mechanischen Gürtel bilden. Der Siebteil dieser Gefäßbündel ist der äußeren

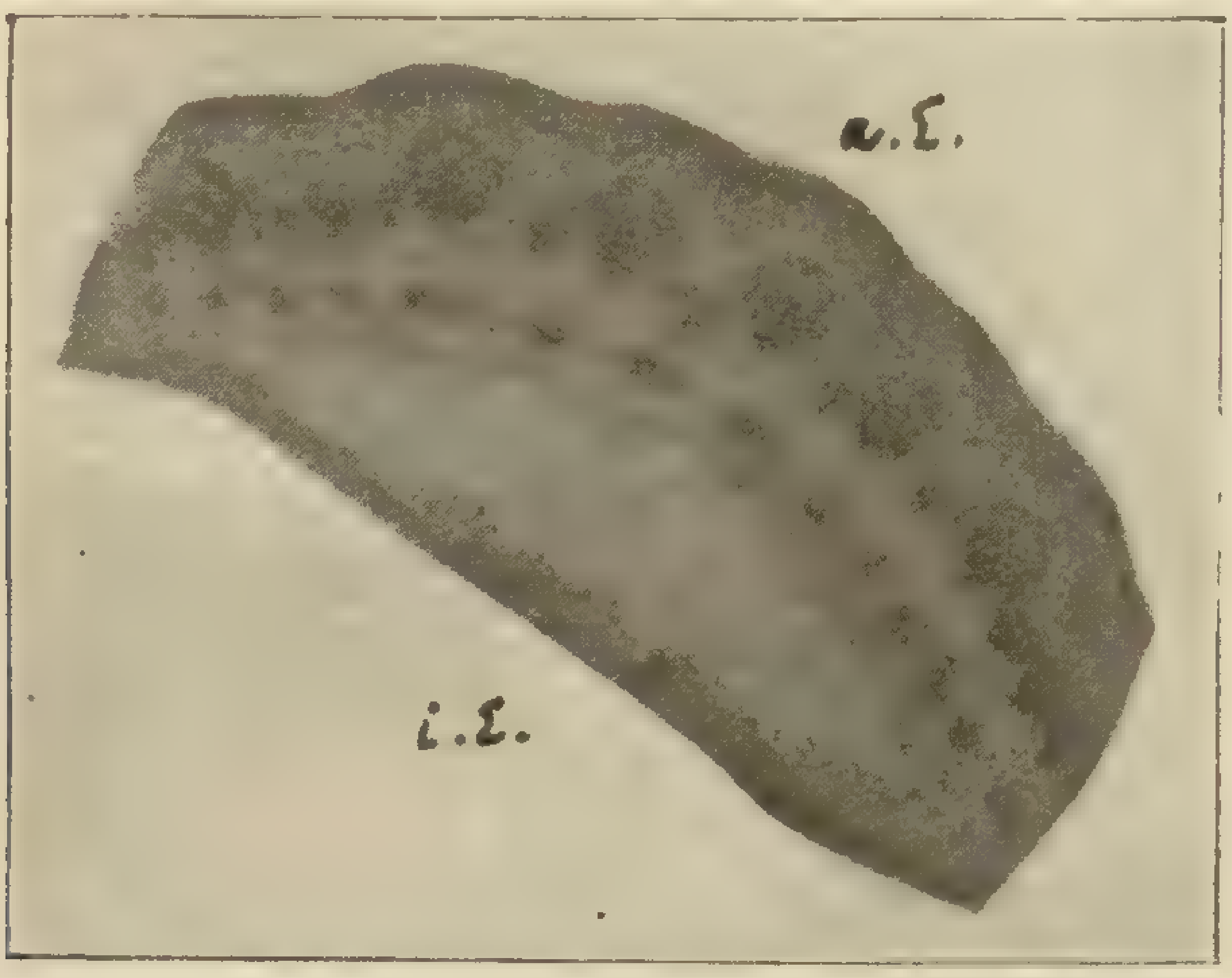


Abb. 14. Teil eines Querschnittes durch den unteren Teil der Blattscheide einer umgebildeten innersten Knospenschuppe; a. E. = äußere Epidermis, i. E. = innere Epidermis. Vergr. 13fach.

Epidermis zugekehrt. Auf diesen mechanischen Gürtel folgt wieder das von Interzellularen durchzogene dünnwandige Grundgewebe, in welchem nicht durch mechanisches Gewebe verbundene kleinere Gefäßbündel liegen, deren Siebteil aber gegen die innere (obere) Epidermis gekehrt ist. Die Zellen des Grundgewebes werden nun wieder englumiger und dickwandiger. Hierauf folgt im mittleren Teil des Querschnittes, besonders unter den oben erwähnten blasig aufgetriebenen Querrunzeln, ein großer schizogener Spaltraum. In den Spaltraum wuchern kallusartige Zellkomplexe von allen Seiten herein. An den schmäleren Stellen des Querschnittes setzt sich der große mittlere Spaltraum nur stellenweise fort. Teilweise ist hier der ursprüngliche Spaltraum ganz von den Kalluswucherungen ausgefüllt. Man sieht an den enger werdenden Stellen des großen mittleren Spaltraumes Bilder, wie sie die Abbildung 15 zeigt. Die von den gegenüberliegenden Rändern des Spaltraumes ausgehenden Kalluszellfäden legen sich manchmal aneinander, wie es in der Abbildung 15 zu sehen ist. Auf die mehr oder weniger mit Kalluswucherungen erfüllten Spalträume folgt gegen die innere Epidermis zu wieder dickwandigeres kleinzelliges, zunächst noch

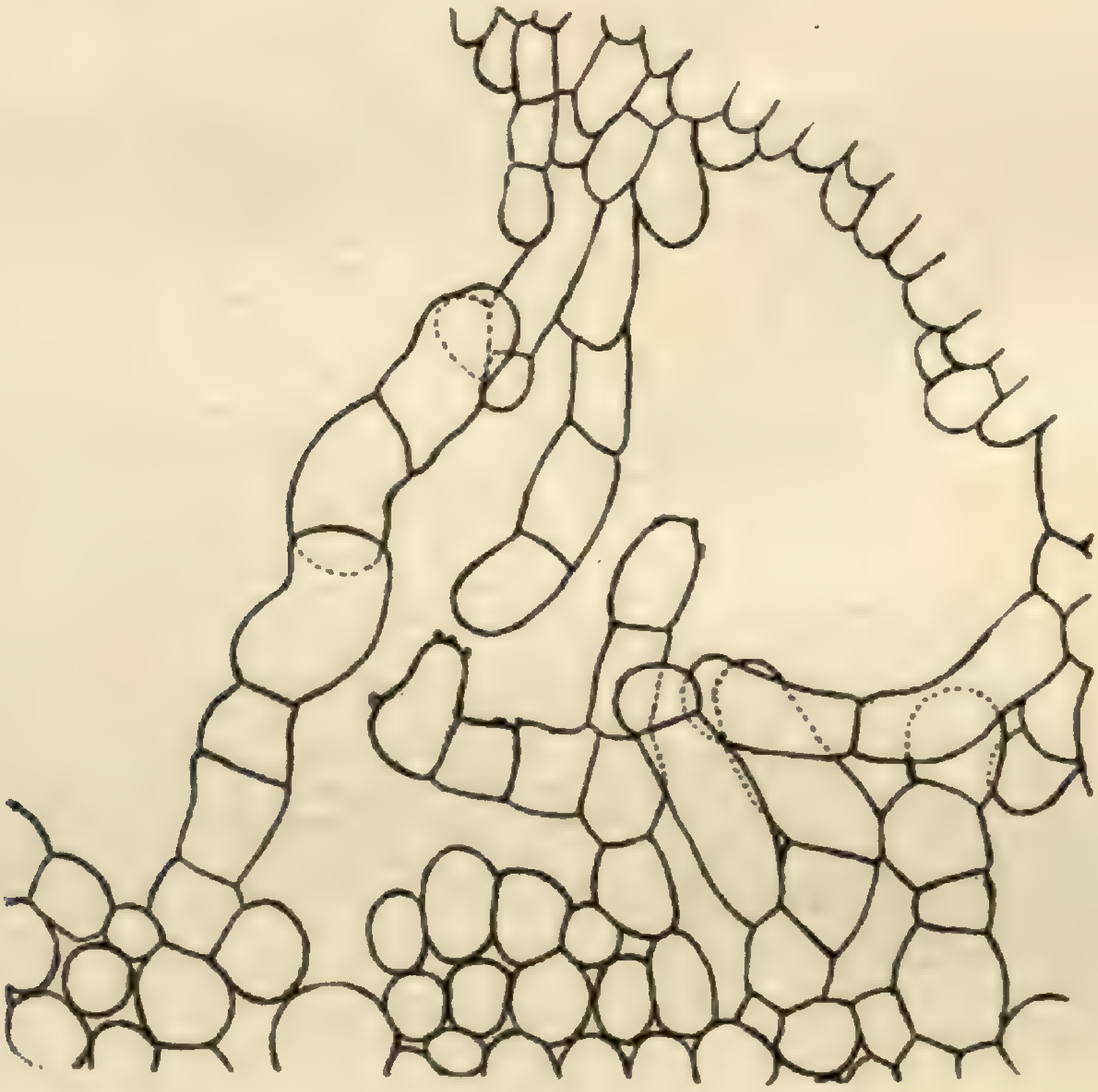


Abb. 15. Teil eines Spaltraumes im Innern der Blattscheide einer umgebildeten innersten Knospenschuppe mit Kalluswucherungen. Vergr. 184 fach.

von Interzellularen durchzogenes Gewebe, das in 2—3 kollenchymatisch verdickte Zellschichten übergeht, an welche die obere (innere) Epidermis dicht anschließt. Das unter der oberen Epidermis liegende kleinzellige Gewebe führt Chlorophyll. Unter den Spaltöffnungen reicht das von Interzellularen durchzogene Gewebe bis an die Atemhöhlen heran.

Im oberen Teil des scheidigen Blattgrundes der umgebildeten innersten Knospenschuppen ist das Querschnittsbild etwas verschieden von dem oben geschilderten des basalen Teiles. Der Querschnitt hat eine geringere Breite. Die großen Gefäßbündel bilden keinen durch mechanisches Gewebe geschlossenen Gürtel, sondern stehen getrennt und die kleinen Gefäßbündel der zweiten (inneren) Reihe sind ganz dicht an die großen Gefäßbündel der äußeren ersten Reihe herangerückt, z. T. mit den großen Gefäßbündeln zu einem Ganzen verschmolzen. Spalträume finden wir hier nicht, selbst unter den blasig-quergerunzelten Stellen nicht. Wohl aber finden wir die blasigen Stellen mit einer Art von Schwammparenchym erfüllt, von dem die Abbildung 16 einen Teil zeigt. Dieses „Schwammparenchym“ ist wohl so entstanden, daß zunächst in kleine, durch Gewebespannungen entstandene Hohlräume, die angrenzenden Zellen kallusartige Fortsätze und Wucherungen hineinsandten. Die Gewebespannung war hier offenbar nicht so groß, daß sogleich große Spalträume entstanden, sondern nur kleinere. Diese wurden dann von dem Kallusgewebe erfüllt. Die

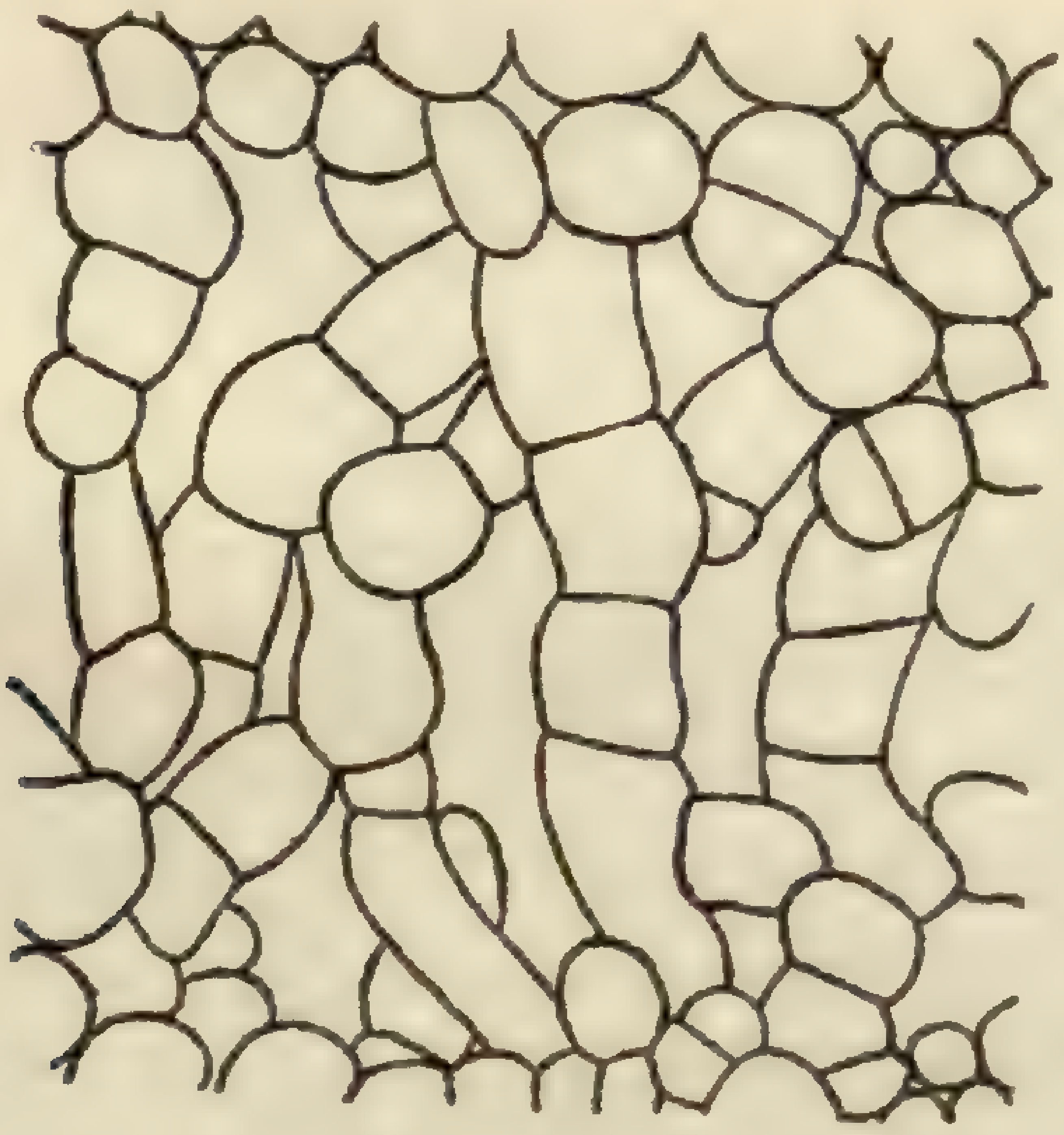


Abb. 16. Teil des aus Kalluswucherungen gebildeten Schwammparenchyms im Innern der Blattscheide einer umgebildeten innersten Knospenschuppe. Vergr. 184fach.

Ausfüllung und Bildung der Hohlräume hat hier offenbar gleichen Schritt halten können. Diese mit kallusartigem Schwammparenchym ausgefüllten blasig aufgetriebenen Stellen unterscheiden sich von den oben geschilderten, nur an den Rändern mit Kalluswucherungen besetzten großen Spalträumen, nur dadurch, daß an jenen die Zerreißung plötzlich einen großen Spaltraum entstehen ließ und die Kalluswucherungen nicht den ganzen Raum erfüllen konnten, während an diesen die Auftreibung und Abhebung der Epidermis mit anschließenden Gewebeschichten nur allmählich erfolgte und der entstehende Hohlraum sofort von kallusartigem Schwammparenchym ausgefüllt werden konnte, sodaß man überhaupt keinen Spaltraum und keine Zerreißung mehr sieht.

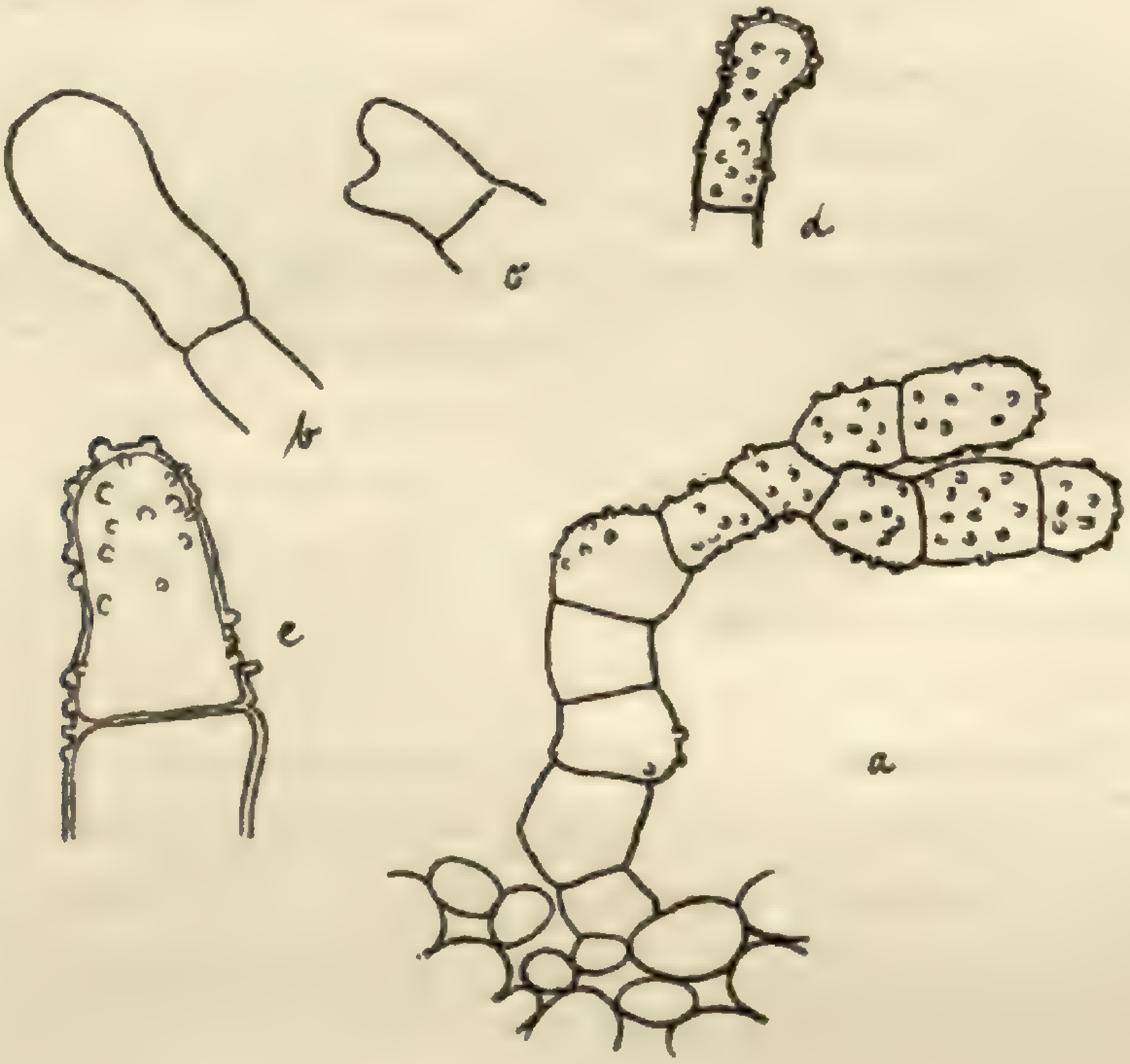


Abb. 17. Kalluswucherung und Endzellen solcher Wucherungen aus einem Spaltraum im Innern der Blattscheide einer umgebildeten innersten Knospenschuppe. Vergr. a—d 184fach, e 440fach.

Wir haben jetzt noch etwas näher auf die von den Rändern in die großen Spalträume hereinwachsenden Kalluswucherungen einzugehen. Es handelt sich hier um Bildungen, welche den von SORAUER[1]) beschriebenen und abgebildeten Wollstreifen im Apfelkernhaus ähnlich sind. Es sind teils fadenartige einzelne Zellreihen, teils sind diese Zellfäden verzweigt (vgl. Abb. 17a).

---

[1] SORAUER, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 1909, 3 Aufl., Bd. I, S. 324—326.

Häufig wachsen die Kalluswucherungen unregelmäßig durcheinander (vgl. Abb. 15). Die Endzellen dieser Kallusfäden sind öfters blasig angeschwollen (vgl. Abb. 17 b) oder gabelig geteilt (vgl. Abb. 17 c). Häufig besitzt die Membran, besonders der letzten Zellen dieser Kalluswucherungen, warzenartige, rundliche oder rundlich gestielte Auswüchse (vgl. Abb. 17 a, d und e), wie sie auch SORAUER für die Wucherungen im Apfelkernhaus angibt. VÖCHTING[1]) nimmt an, daß diese warzen- oder tröpfchenartigen Auswüchse der Zellmembran aus Pectin-Verbindungen bestehen. Bei Behandlung mit Chlorzinkjod behalten sie ihre helle Farbe bei. Auf Zusatz von Methylenblau werden sie dunkelblau bis dunkelviolett, auf Zusatz von Safranin orangerot und in beiden Fällen verlieren sie die Farbe, wenn man Essigsäure einwirken läßt. Über ihre Bedeutung sagt VÖCHTING: „Welche ökologische Bedeutung diesen eigentümlichen Bildungen, denen wir bei hypertrophischen Pflanzen in noch größerer Zahl begegnen werden, zukommt, muß einstweilen dahingestellt bleiben.“ Die von VÖCHTING angegebenen Pectin-Reaktionen hatten in unserem Falle dasselbe Ergebnis. Manche der Kalluszellfäden sind den von VÖCHTING[2]) beschriebenen und abgebildeten haarartigen Bildungen des Kallus der Kohlrabiknollen ähnlich.

Über die Ursachen der Bildung des Kallusgewebes äußert sich KÜSTER[3]) folgendermaßen: „Offenbar werden bei der Verwundung bestimmte Zellen und Gewebe von dem Druck ihrer turgeszenten Nachbarschaft befreit; Zug- und Druckverhältnisse ändern sich also bei der Verwundung. Weiterhin werden auf die Zellen am Wundrande die Plasmatrümmer und die Zersetzungsprodukte der zerstörten, abgestorbenen Nachbarelemente chemische Wirkungen und auch die Berührung mit dem fremden Medium — Luft, Wasser — wird neue chemische Einflüsse auf die bloßgelegten Zellen ausüben, während andererseits die chemischen Wirkungen, welche die zerstörten oder beseitigten lebenden Zellen ausübten, nach der Verwundung fortfallen. Von den früheren Darlegungen her ist in Erinnerung, daß jeder der hier genannten Faktoren auf die Gewebebildung der Pflanzen von Einfluß sein kann; es scheint also sehr wohl möglich, daß sie auch bei der Bildung der Kallusgewebe von Bedeutung sind.“ Es ist also wohl nicht genau zu sagen, was die kausalen Bedingungen für die Kallusbildungen in

---

1) VÖCHTING, H., Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers, Tübingen 1908, S. 32 u. 33.

2) VÖCHTING, H., a. a. O., S. 90 u. 91, und Taf. IV u. V.

3) a. a. O., S. 341.

diesen schizogenen Hohlräumen sind. Wir können uns aber fragen, ob das durch die Kalluswucherungen zustande gekommene Schwammparenchym für die umgebildete Knospenschuppe eine ökologische Bedeutung hat. Nach HABERLANDT[1]) hat das Schwammgewebe, abgesehen von seinen sonstigen Aufgaben, die Funktion eines Transpirationsgewebes. Er sagt: „Wenn durch die klimatischen Verhältnisse die Intensität der Transpiration sehr herabgesetzt wird, wie z. B. an feuchten, schattigen Standorten, dann ist es für die Pflanze angezeigt, ihr Transpirationsgewebe recht mächtig auszubilden.“ In unserem Falle haben wir es mit Gebilden zu tun, welche ihre Entwicklung und ihr Weiterbestehen einer starken Wasserzufuhr verdanken. Dazu befinden sich die Stammausschläge im Schatten der Krone des Baumes, und der Baum selbst steht an einem ziemlich feuchten Standort (Ablauf eines Fischteiches). Dazu kommen die schon oben erwähnten, für die Transpiration hinderlichen, xerophytischen Merkmale der ursprünglichen Knospennatur dieser Gebilde. Wir dürfen also, wie dies ja schon bei der Besprechung der erhöhten Spaltöffnungen geschehen ist, annehmen, daß für diese Organe das Bedürfnis einer Erhöhung der Transpiration vorliegt. Wir können also dieses kallusartige Schwammparenchym als ein Transpirationsgewebe auffassen und, da seine Ausbildung Hand in Hand mit der Erhöhung der Spaltöffnungen geht, hierin ebenfalls eine direkte zweckmäßige Anpassung erblicken.

KÜSTER spricht den pathologischen Bildungen jegliche finale Bedeutung ab. In dem letzten Abschnitte seiner pathologischen Pflanzenanatomie[2]) „Ökologie der pathologischen Gewebe“ setzt er seine Anschauung unter ausführlicher Kritik der einschlägigen Literatur auseinander.

Mit der Annahme einer direkten zweckmäßigen Anpassung haben wir uns auf ein vielumstrittenes Gebiet begeben. Über die Zulässigkeit einer finalen Beurteilung biologischer Vorgänge sind bekanntlich die Meinungen sehr geteilt. Die mechanistische Richtung in der Naturwissenschaft lehnt die Annahme der direkten zweckmäßigen Anpassung ab mit der Begründung, daß diese Annahme in unauflösbarem Widerspruch zu den physikalischen (mechanistischen) Grundlagen der Naturwissenschaft stehe. Diese Richtung läßt nur das Kausalitätsprinzip gelten. Der Darwinismus sieht in der Selektionstheorie die alleingültige Erklärung für Formneubildungen der Organismen. Ich will hier auf diese viel und gründlich erörterten Streitfragen nicht näher eingehen und verweise besonders auf die Abhandlung von WETTSTEIN[1]) und auf das kürzlich erschienene Werk von O. HERTWIG[2]), wo diese Fragen eingehend behandelt werden. Der von HERTWIG entwickelte und vertretene Standpunkt ist nicht neu. In ähnlicher Weise haben sich schon Biologen und Philosophen ausgesprochen, auf deren Urteil HERTWIG besonderen Wert legt, wie CLAUDE BERNARD, AUGUSTE COMTE, C. E. v. BAER, PFEFFER, ED. v. HARTMANN und vor allem NÄGELI in seiner mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre. Es mögen hier einige Worte von PFEFFER über diese Frage Platz finden. In seiner Pflanzenphysiologie 2. Aufl. Bd. 2, S. 232 heißt es: „Wenn nun auch die nähere Feststellung einer veranlassenden Ursache (eines Reizes) einen wesentlichen Fortschritt bedeutet, so ist es doch jedenfalls irrig, wenn, wie es öfters geschieht, die Erkenntnis eines einzelnen Faktors als eine allseitig zureichende Kausalerklärung des komplexen vitalen Phänomens angesehen wird“ und in Bd. 1, S. 25: „Die Korrelationen und die anderen hier behandelten Erscheinungen sind übrigens nur Spezialfälle der überaus mannigfachen Regulationsvorgänge, die das ganze Getriebe in der Pflanze (auch im einzelnen Protoplasten) durchziehen und lenken. Ohne ein zweckentsprechendes selbstregulatorisches Walten wäre, wie schon betont wurde, ein gesetzmäßiger Entwickelungsgang ganz undenkbar, wäre es unmöglich das harmonische Zusammenwirken der Teile in dem Wechsel der Verhältnisse zu erzielen und zu erhalten.“ Es soll hier nicht der Standpunkt vertreten werden, als ob überall die Einrichtungen im Bau der Organismen unter dem Gesichtspunkte der Zweckmäßigkeit zu erklären seien. Vor allem darf eine finale Deutung eines Vorganges nicht im Widerspruch mit kausal festgestellten Ursachen stehen, die finale Deutung darf nicht an den Haaren herbeigezogen werden. Es ist daran festzuhalten, daß wir bei jeder „Deutung“ uns auf den unsicheren Boden der Hypothese stellen, und den sicheren Boden des Tatsächlichen verlassen. In diesem Streit stehen nicht Tatsachen gegen Tatsachen, sondern

---

[1]) **Haberlandt**, G., a. a. O., S. 402.

[2]) **Küster**, E., a. a. O., S. 399—427.

---

[1]) WETTSTEIN, R. v., Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse betreffend die Neubildung von Formen im Pflanzenreiche (Ber. d D bot. Ges. Bd. XVIII, 1900).

[2]) HERTWIG, O., Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von DARWINS Zufallstheorie. (Jena, G. FISCHER, 1916.)

Meinungen gegen Meinungen. Unmerklich gleiten wir dabei in das Gebiet der persönlichen Weltanschauung hinüber. Hypothesen sind Tastversuche ins Gebiet des Unerforschten. Jeder falsche Weg wird von selbst durch die Erweiterung unserer Kenntnisse nötigenfalls korrigiert. Kausale und finale Beurteilung haben als heuristische Prinzipe der Forschung ganz gut nebeneinander Platz.

Hohenheim, Botanisches Institut 6. November 1916.

---

65. A. Schulz: Der Emmer des alten Ägyptens.

(Mit Tafel XIX).

(Eingegangen am 8. November 1916.)

In meiner Abhandlung „Über eine Emmerform aus Persien und einige andere Emmerformen“[1]) habe ich darauf hingewiesen[2]), daß der Emmer, dessen „gegerbte“ d. h. entkörnte Vesen (Spreu) im Jahre 1903 in Ägypten bei Abusir (unweit vom alten Memphis) in zwei Priestergräbern gefunden wurden, die zur Zeit der XII. Dynastie in den Fundamenten des damals schon verfallenen Totentempels des der V. Dynastie angehörenden Königs NEWOSERRE (NEUSERRE, NEWESERRE) angelegt waren, zwar dem noch im 19. Jahrhundert in der persischen Provinz Luristan angebauten Emmer (*Triticum dicoccum Haussknechtianum* Schulz) nahesteht, aber doch nicht identisch mit ihm ist, und daß er durchaus verschieden ist von der unter den Namen Ägyptischer Spelz oder Ägyptischer Winterweizen, *Triticum dicoccum tricoccum* SCHÜBLER, bekannten Emmerform.[3]) Ich habe ihn[4]) *Tr. dicoccum aegyptiacum rufum* genannt. Vor kurzem habe ich Gelegenheit gehabt, noch mehr von der Emmerspreu aus diesen Priestergräbern zu untersuchen[5]), wodurch ich imstande bin, meine früheren Angaben über *Tr. dicoccum aegyptiacum* etwas zu ergänzen. Der Kiel der Hüllspelzen ist hin und wieder unterhalb seines Zahnes fast gar nicht ausgebuchtet. Die Hüllspelzen und die Deckspelzen sind bei einem Teile der Vesen ganz glatt, bei einem anderen mehr oder weniger körnig rauh und bei dem Reste mehr oder weniger dicht mit kurzen Haaren besetzt.[1]) Ich nahm ursprünglich an, daß diese Emmerform wahrscheinlich zum „roten Emmer" der ägyptischen Literatur gehöre und daß ihre Vesen frisch wahrscheinlich eine Farbe wie kräftig ausgefärbte reife Vesen von *Tr. dicoccum rufum* gehabt hätten. Ich möchte jetzt aber die Richtigkeit meiner früheren Annahme bezweifeln und glauben, daß die Vesen eine helle (weiße oder gelbliche) Farbe gehabt haben. Einige der neuerdings von mir untersuchten Vesen lassen dies m. E. deutlich erkennen. Es würde also die Emmerspreu aus den Priestergräbern zum „weißen" Emmer der ägyptischen Literatur gehören. Die Vesen sind offenbar vor dem „Gerben" schwach geröstet worden; hierdurch und durch die chemische Änderung, die ihre Substanz im Laufe der Zeit erfahren hat, haben sie ihre dunkle Farbe erhalten. Das „Gerben", d. h. das Ausquetschen der Früchte aus den Spelzen, geschah wohl durch Stampfen der Vesen mit Keulen in großen Mörsern.[2]) Hierdurch wurden bei den meisten[3]) Vesen die Früchte aus den Spelzen gequetscht, die hierbei mehr oder weniger beschädigt wurden. Alle von mir untersuchten Spelzen und Spelzenreste weisen kurze gerade oder bogig gekrümmte Eindrücke auf, die ihre Entstehung offenbar der rauhen Oberfläche des unteren Endes der Stampfkeulen verdanken.

---

[1]) Diese Berichte, Bd. 33 (1915) S. 233—242 u Taf. VI.

[2]) A. a. O., S. 237—240.

[3]) Es scheint nicht bekannt zu sein, woher diese Emmerform die Namen Ägyptischer Spelz und Ägyptischer Winterweizen hat. In Ägypten ist sie offenbar niemals angebaut worden.

[4]) A. a. O., S. 240.

[5]) Auch diese Probe gehört dem Herbarium Haussknecht in Weimar, und wurde mir von dem Kustos dieses Herbars, Herrn J. BORNMÜLLER freundlichst zur Untersuchung zur Verfügung gestellt.

Als ich meine vorhin zitierte Abhandlung veröffentlichte, war ich der Meinung, es wäre sicher, daß die in den beiden Priestergräbern aus der Zeit der XII. Dynastie gefundene Emmerspreu bei der Anlage dieser Gräber absichtlich in sie geschüttet worden wäre, etwa um die Särge in ihnen trocken zu erhalten.[1]) Jetzt nimmt nun aber, wie mir Herr Prof. G. SCHWEINFURTH freundlichst mitteilte, H. SCHÄFER — wie schon vorher L. BORCHARDT — an, daß die Emmerspreu aus den Fundamenten des zur Zeit der V. Dynastie erbauten Totentempels des Königs NEUSERRE (NEWOSERRE, NEWESERRE) stamme und erst später aus diesen Fundamenten in die in ihnen angelegten Priestergräber hinabgefallen wäre, nachdem deren Decken schadhaft geworden wären. Die Spreu habe ursprünglich beim Bau des Totentempels als Fundamentopfer gedient. Es würde somit diese Emmerspreu wesentlich älter sein[2]) als man bisher annahm.

---

[1]) Die körnigen Erhebungen trugen wohl zum Teil ursprünglich Haare, haben diese aber später verloren. Die glatten Spelzen scheinen jedoch haarlos gewesen zu sein.

[2]) „Es kann jetzt als feststehend gelten, daß die Ägypter, wenigstens in älterer Zeit, die Mühle nicht gekannt haben; nirgends zeigen sie die Bilder unserer Gräber. Hingegen zeigen sie uns, im mittleren Reiche sowohl als im neuen, große Mörser, in denen ein oder zwei Männer mit schweren Keulen das Korn stampfen . . .", A. ERMAN, Ägypten und ägyptisches Leben im Altertum, Bd. 1 (Tübingen o. J. [1885]) S. 267.

[3]) Nach G. SCHWEINFURTHs Angabe — bei H. SCHÄFER, Priestergräber und andere Grabfunde vom Ende des Alten Reiches bis zur Griechischen Zeit vom Totentempel des Ne-user-Rê. Ausgrabungen der Deutschen Orient-Gesellschaft in Abusir 1902—1904 (Leipzig 1908) S. 153 — fanden sich in der Spreu auch zahlreiche Vesen, die noch die Früchte enthielten.

Außer den Emmervesen aus den Priestergräbern[3]) der Zeit der XII. Dynastie habe ich jetzt auch eine Anzahl anderer altägyptischer — d. h. aus der Zeit bis zum Ausgange des historischen Altertums stammender — Emmerreste untersuchen können, von denen ich die meisten der Liebenswürdigkeit des Herrn Professors GEORG SCHWEINFURTH verdanke, dem ich dafür auch an dieser Stelle herzlich danke.

Die ältesten von diesen Resten — es sind ebenfalls entkörnte Vesen[4]) — stammen aus der Zeit der V. Dynastie.[5]) Sie wurden unter dem westlichen Ende der Opfermagazine des Totentempels des dieser Dynastie angehörenden Königs SAHURE, und zwar zwischen dem Unterpflaster und dem Fundament, gefunden. Diese Reste sind „offenbar die sichtbaren Zeichen einer Gründungszeremonie, bei der auf die Fundamentecken Getreide gestreut wurde“[6]). Die übrigen Reste — ungegerbte Vesen (deren Spelzen also noch die Früchte umschließen) und einige größere Ährenbruchstücke sowie nackte (also spelzenlose) Früchte — sind jünger, sie stammen aus der Zeit des Mittleren und Neuen Reiches, sowie aus der sich hieran anschließenden griechisch-römischen Zeit. Die wichtigsten von diesen Resten — die ersten in Ägypten überhaupt aufgefundenen Emmerreste — stammen aus dem Beginn des Mittleren Reiches, aus der Zeit der XI. Dynastie. Sie wurden im Winter 1885—1886 in Oberägypten bei Gebelên unweit von Erment (in der Nähe des alten Thebens) in dem der Zeit dieser Dynastie angehörenden Grabe des ANI aufgefunden und G. MASPERO übergeben. Sie befanden sich in dem Grabe in aus Halfagras (*Leptochloa bipinnata* Retz.) geflochtenen etwa handgroßen Körbchen und Täschchen.[1])

---

[1]) Vgl. H. SCHÄFER, a. a. O. S. 99, und G. SCHWEINFURTH bei H. SCHÄFER, a. a. O. S. 162.

[2]) Wie mir Prof. G. SCHWEINFURTH freundlichst mitteilt, nimmt L. BORCHARDT jetzt an, daß die Herrschaft der V. Dynastie in die Zeit um 3200 v. Chr. fiele.

[3]) Fig. 1 sind neun von diesen Vesen, drei von der Bauchseite, drei von der Rückenseite und drei von der Flanke abgebildet.

[4]) Diese sind in derselben Weise beschädigt wie die der Priestergräber. Sie scheinen wie die dieser Gräber vor dem „Gerben“ geröstet worden zu sein.

[5]) Fig. 2 sind neun von diesen Vesen, drei von der Bauchseite, drei von der Rückenseite und drei von der Flanke in natürlicher Größe abgebildet. Fig. 9 sind drei Vesen von der Flanke in 1½facher Vergrößerung abgebildet.

[6]) L. BORCHARDT, Das Grabdenkmal des Königs SASHU-RÈ. Bd. 1, der Bau. Ausgrabungen der Deutschen Orient-Gesellschaft in Abusir 1902—1908 (Leipzig 1910) S. 84.

Auch aus der Zeit der folgenden, XII. Dynastie, die „den Höhepunkt der Geschichte Ägyptens, die höchste Blüthe, welche dem Lande im ganzen Verlauf seiner Geschichte bis auf den heutigen Tag überhaupt beschieden worden ist, bezeichnet“[2]), sind mir Emmerreste bekannt geworden[3]). Sie sind[4]) teils im September 1910 von AHMED BEY KAMEL in einem Speichermodell im Grabe des RAHOTEP zu Mēr bei Kusîjeh (45 km unterhalb Assiût in Oberägypten), teils 1914 von Dr. MÖLLER in einem Grabe zu Theben gefunden worden.

Aus der Zeit des Neuen Reiches habe ich nur wenige, schlecht erhaltene Emmerreste gesehen; sie waren in einem Grabe zu Theben gesammelt[5]).

Wie schon gesagt wurde, sind auch aus der Zeit nach dem Untergange des Neuen Reiches, aus der griechisch-römischen Zeit Ägyptens, Emmerreste bekannt geworden. Die wichtigsten der von mir untersuchten von diesen Resten sind 1896 von Fellachen bei Gebelên (dem alten Aphroditespolis) in einem Grabe jener Zeit in einer Tontruhe gefunden und von MOHARB TODROS (in Luksor) Herrn Prof. G. SCHWEINFURTH übergeben worden. Außerdem konnte ich noch einige andere — angeblich — aus dieser Zeit stammende Reste, deren Fundort nicht sicher bekannt ist, untersuchen.

---

[1]) Vgl. G. SCHWEINFURTH, Die letzten botanischen Entdeckungen in den Gräbern Ägyptens, ENGLERs Bot. Jahrbücher, Bd. 8 (1886) S. 1—16 (15—16); Ders., Über die Pflanzenreste aus mR 29 u. 30, bei H. SCHÄFER, a. a. O. S. 152 u. f. (152—153).

[2]) E. MEYER, Geschichte des alten Ägyptens (Berlin 1887) S. 155.

[3]) Betreffs der in den der Zeit der XII. Dynastie angehörenden Priestergräbern gefundenen Emmerreste vergleiche das vorhin Gesagte.

[4]) Nach freundlicher Mitteilung von Prof. G. SCHWEINFURTH, der mir Proben zur Untersuchung zur Verfügung stellte.

[5]) Nach G. SCHWEINFURTH (bei H. SCHÄFER, a. a. O. S. 153) sind bei zahlreichen Grabfunden aus der Zeit des Neuen Reiches, namentlich bei Theben, größere Mengen Emmer ans Tageslicht befördert worden.

Die von mir untersuchten altägyptischen Emmerreste weichen teils gar nicht, teils so unerheblich voneinander ab, daß sie alle zu einer — in mehrere Unterformen zerfallenden — Form, die man *Triticum dicoccum aegyptiacum* nennen kann[1]), gezogen werden müssen.

Die Sahure-Vesen gleichen in Farbe, Gestalt und Größe völlig den — mit ihnen ungefähr gleichaltrigen[2]) — Vesen der Priestergräber. Ihre Behaarung wechselt wie die dieser[3]).

Während es zweifelhaft gelassen werden muß, ob die Vesen aus den Fundamenten der Totentempel der Könige SAHURE und NEWOSERRE ursprünglich hell- oder dunkelfarbig waren, darf man wohl annehmen, daß die im Grabe des ANI zu Gebelên gefundenen Vesen ursprünglich hellfarbig waren. Sie sind — jetzt — glänzend gelbbraun. Daraus, daß sie teils heller, teils dunkler gefärbt sind, darf man wohl schließen, daß sie geröstet worden sind. Die mit ihnen zusammen gefundenen Gerstenährenbruchstücke sind — offenbar über einem offenen Feuer — geröstet worden. Die Vesen[4]) sind aber nicht gegerbt worden. An einem Teile von ihnen sind die Spelzen fast unverletzt, nur die Grannen sind, wohl schon beim Drusch, abgebrochen. An einigen Deckspelzen haften aber noch die Grannenbasen. Diese sind zwar recht dünn, doch ist es möglich, daß die Grannen bis 10 cm lang waren. Die ohne Grannenbasen ungefähr 13—15 mm langen Vesen sind meist etwas breiter als die der Totentempel der V. Dynastie. Sie enthalten meist zwei, seltener drei Früchte. Die Gestalt ihrer Hüllspelzen variiert nicht unerheblich. Die Hüllspelzen eines Teiles der Vesen gleichen denen der Totentempelvesen. Andere Hüllspelzen weichen dadurch etwas ab, daß die Einbuchtung zwischen dem Kielzahn und dem Zahn der Vorderseite der Hüllspelze, und damit die ganze vordere Partie der Hüllspelze, etwas größer ist. Bei noch anderen Hüllspelzen fehlt die Ausbuchtung unter dem Kielzahne. Wenn in diesem Falle der Kielzahn breit und an seinem

---

[1]) Daß diese Form nicht mit *Triticum dicoccum tricoccum* identisch ist, darauf habe ich schon oben hingewiesen.

[2]) SAHURE lebte nur kurze Zeit vor NEWOSERRE; vgl. E. MEYER, Geschichte des Altertums, 1. Bd., 2. Hälfte, 3. Aufl. (Stuttgart und Berlin 1913) S. 203.

[3]) Abgebildet Fig. 2 und 9, vgl. S. 699, Anm. 5.

[4]) Fig. 3 sind neun von diesen Vesen, drei von der Bauchseite, drei von der Rückenseite und drei von der Flanke in natürlicher Größe abgebildet. Fig. 10 sind drei Vesen von der Flanke in 1½facher Vergrößerung abgebildet.

Ende abgerundet ist — meist hat er jedoch die Form eines gleichseitigen Dreiecks[1]) —, so ist die Vese einer *Tr. dicoccum tricoccum*-Vese nicht unähnlich. Trotz dieser Ähnlichkeit können jene — wenigen — Vesen bzw. die Individuen, deren Ähren sie angehören, nicht zu *Tr. dicoccum tricoccum* gezogen werden, und es kann ganz und gar nicht wegen dieses Vorkommens der Emmer des alten Ägyptens überhaupt als *Tr. dicoccum tricoccum* Schübler bezeichnet werden. Außerdem sind unter den Vesen aus dem Grabe des ANI auch solche, die Vesen von *Triticum dicoccum serbicum* Schulz[2]) ähnlich sind. Selbstverständlich können jene Vesen, bzw. die Individuen, deren Ähren sie angehören, nicht zu dieser Form gezogen werden. Meist sind der Kiel und der in den Vorderzahn auslaufende Nerv der ANI-Vesen mit Zähnen besetzt, die manchmal perlartig sind. Die Achsen der Vesen trugen ursprünglich wahrscheinlich sämtlich vorn in der Mitte und an den Seitenflanken unmittelbar unter der Insertionsstelle der Ährchen Haarbüschel. Bei den meisten Vesen sind die Haare aber im Laufe der Zeit ganz oder zum größten Teile verloren gegangen. Die Früchte der ANI-Vesen sind meist 8—10 mm lang. Die Bauchseite ist abgeplattet und hat recht scharfe Ränder; an ihrer breitesten Stelle, die meist etwas mehr nach dem Keime zu liegt, ist sie 2½—3 mm breit. Die Rückenseite ist sehr hoch gewölbt, ihre größte Höhe — von 2½ bis 3 mm — liegt mehr nach dem Keimende hin; die Seitenflächen sind wenig gekrümmt.

Die Vesen aus der Zeit der XII. Dynastie, die ebenfalls ungegerbt sind[3]), sind dunkler braun gefärbt und glänzen stärker als die aus den Totentempeln stammenden, die auch durchschnittlich etwas kleiner, namentlich schmaler sind. Der Bau der Hüllspelzen eines großen Teiles der Vesen aus der Zeit der XII. Dynastie gleicht vollständig dem der Hüllspelzen der Totentempel-Vesen, bei den übrigen sind die vordere Partie der Hüllspelze schmaler, ihre Zähne größer und ihre Nerven, mit Ausnahme des in den Vorderzahn auslaufenden, kräftiger als bei diesen. Aus den erhaltenen Grannenbasen läßt sich schließen, daß die Grannen ziemlich kräftig und wohl auch recht lang waren. Die Behaarung variiert wie bei den Totentempel-Vesen. Die Früchte, von denen die der Vesen aus dem Grabe des RAHOTEP sehr gut ausgereift sind, gleichen

---

1) Oft ist er recht kurz

2) Vgl. betreffs dieser Form A. SCHULZ, Diese Berichte, a. a. O. S. 235, 240.

3) Zwischen den Vesen befanden sich einige Früchte, die offenbar durch Zerfall der Vesen frei geworden waren.

im wesentlichen denen der ANI-Vesen, nur sind meist die Hälften der Bauchseite stärker gewölbt und ihre Seitenränder mehr abgerundet als an diesen[1]). Außerdem sind sie durchschnittlich etwas kleiner als diese[2]).

Noch dunkler als die Vesen aus der Zeit der XII. Dynastie sind die — zum Teil noch zu 2 bis 5 im Zusammenhang befindlichen — Vesen, die in dem erwähnten der griechisch-römischen Zeit angehörenden Grabe bei Gebelên gefunden worden sind[3]). Sie waren wohl ebenso wie jene Vesen ursprünglich braun oder braunrot gefärbt und gehören wie jene zum „roten" Emmer der ägyptischen Literatur. Die Vesen sind zwar nicht gegerbt, ihre Spelzen sind aber doch fast alle mehr oder weniger zerbrochen. Vielleicht waren sie stark geröstet und dadurch sehr brüchig geworden. Sie sind meist etwas größer als die Totentempelvesen und enthalten meist zwei, seltener drei Früchte. Die Früchte gleichen ungefähr denen der Zeit der XII. Dynastie; wenn drei vorhanden sind, sind sie mehr oder weniger stark zerdrückt. Wie schon gesagt wurde, sind die Spelzen fast aller dieser Vesen zerbrochen. An den sehr wenigen unzerbrochenen ist der Kiel stark zusammen gefaltet und weit nach der Vorderseite der Spelze hin gebogen. Er läuft in einen recht langen Zahn aus und ist unterhalb dieses Zahnes ziemlich bedeutend ausgebuchtet. Auch der Zahn der Vorderseite der Hüllspelze, deren Nerven oft recht stark sind, ist recht lang. Die meisten Hüllspelzen sind glatt, nur wenige tragen Knötchen oder Haare. Die Deckspelzen, die offenbar ursprünglich lange und ziemlich kräftige Grannen trugen, sind glatt, oder nur mit Knötchen, selten mit kurzen Haaren besetzt. Wie von den Vesen der Zeit der XII. Dynastie, so tragen auch von diesen nur noch sehr wenige an den Achsen Reste der ehemaligen Behaarung, die wohl der der Totentempelvesen glich.

⁂

---

1) Dies ist vielleicht eine Folge davon, daß sie ausgereift, die ANI-Vesen aber nicht ganz reif sind.

2) Fig. 4 sind neun Vesen aus dem Grabe des RAHOTEP, drei von der Bauchseite, drei von der Rückenseite und drei von der Flanke in natürlicher Größe abgebildet. Fig. 11 sind drei von diesen Vesen von der Flanke in $1^1/_2$facher Vergrößerung abgebildet. Fig. 5 sind acht nackte Früchte aus diesen Vesen in nat. Gr. abgebildet Fig. 6 sind zum Vergleiche acht Nacktweizenfrüchte aus der Zeit derselben Dynastie von Dra-Abûn-Negga dargestellt.

3) Fig. 7 sind Vesen und größere Ährenbruchstücke aus diesem Grabe dargestellt. Fig. 8 sind 8 Früchte aus diesen Vesen abgebildet.

Nach den Angaben von H. BRUGSCH[1], G. SCHWEINFURTH und FR. HROZNÝ[2]) werden in der Literatur des alten Ägyptens von der Zeit der V. Dynastie an drei Getreide erwähnt, deren Namen —, mit den hieroglyphischen Zeichen für jt, btt oder bdt und swt geschrieben und durch eine Ähre als Determinativ bestimmt als Getreidenamen bezeichnet — nach HROZNÝs Annahme vielleicht jāte, bōtet oder bōdet und swot lauteten. Jāte führt auch die Bezeichnung oberägyptisches Getreide oder Südgetreide, während bōtet auch unterägyptisches Getreide oder Nordgetreide genannt wird[3]). In der koptischen Sprache, die aus der altägyptischen Sprache sich entwickelt hat und in Ägypten von der Mitte des dritten Jahrhunderts n. Chr. bis ins siebzehnte Jahrhundert gesprochen worden ist, heißen[4]) diese drei Getreide: jōt, bōte[5]) und swo. Es bedeutet jōt Gerste, swo Nacktweizen. Offenbar haben im Altägyptischen jāte und swot ebenfalls die Bedeutung von Gerste und Nacktweizen gehabt[6]). Bōte dient[7]) in der koptischen Übersetzung des Alten Testamentes der Bibel zur Übersetzung des in diesem dreimal[8]) vorkommenden hebräischen Getreidenamens kussemet. In der sog. Septuaginta, einer ebenfalls in Ägypten, und zwar zur Zeit der Ptolemäer, wahrscheinlich hauptsächlich im dritten Jahrhundert v. Chr., entstandenen griechischen Übersetzung des Alten Testamentes wird kussemet zweimal[1]) mit ὄλυρα und einmal[2]) mit ζέα übersetzt[3]). Es war somit das Altägyptisch bōtet oder bōdet, koptisch bōte genannte Getreide dasselbe wie das von den Griechen ὄλυρα (ὄλυραι) oder ζειά (ζειαί)[4]), in späterer Zeit ζέα genannte. Dieses wird schon in der Mitte des fünften Jahrhunderts v. Chr von dem griechischen Historiker HERODOT als Kulturgewächs Ägyptens erwähnt. Es kann nicht bezweifelt werden, daß die ὄλυρα, ζειά oder ζέα der Griechen ein Spelzweizen ist. Es gibt drei Spelzweizenformengruppen: das Einkorn (*Triticum monococcum* L.), den Emmer (*T. dicoccum* Schrank) und den Spelz oder Dinkel (*Tr. Spelta* L.). Früher nahm man allgemein an, daß ὄλυρα und ζειά oder ζέα der Dinkel sei[5]) und schloß deshalb aus HERODOTs Angabe, daß in Ägypten im Altertum Dinkel angebaut worden sei[6]). Heute darf man es aber als ziemlich sicher ansehen, daß die Griechen mit ὄλυρα und ζειά oder ζέα nicht den Dinkel, sondern den Emmer gemeint haben[7]), und daß somit auch bōtet oder bōdet und bōte dieses Getreide bezeichnen. Für diese Annahme spricht aufs Bestimmteste auch die Tatsache, daß, wie im ersten Abschnitte dieser Abhandlung dargelegt wurde, in Ägypten zwar schon recht viele aus dem Altertum stammende Emmerreste, aber noch keine Dinkelreste gefunden worden sind. Auch die Verbreitung, die gegenwärtig der Dinkel hat[1]), widerspricht durchaus der Annahme, daß er im Altertum eine Kulturpflanze Ägyptens gewesen sei.

---

[1]) H. BRUGSCH bei G. SCHWEINFURTH, Ägyptens auswärtige Beziehungen hinsichtlich der Culturgewächse, Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte, Jahrg. 1891 (Berlin 1891) S. 649—669 (653—655).

[2]) FR. HROZNÝ, Das Getreide im alten Babylonien. Ein Beitrag zur Kultur- und Wirtschaftsgeschichte des alten Orients. I Teil, Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien Philosophisch-historische Klasse, Bd 173, Abh. 1 (Wien 1914) S. 17 u. f., 56, 70—71; vergl. auch ED. MEYER, Geschichte des Altertums, a. a. O. S. XV—XVI u. 167.

[3]) Vergl. z. B. A. ERMAN, a. a. O. Bd. 1 S. 270, und H. L. E. LÜRING, Die über die medizinischen Kenntnisse der alten Ägypter berichtenden Papyri verglichen mit den medizinischen Schriften griechischer und römischer Autoren (Leipzig 1888) S. 140.

[4]) Nach FR. HROZNÝ, a. a. O. S. 17—19.

[5]) Nach V. LORET, La flore pharaonique d'après les documents hieroglyphiques et les specimens découverts dans les tombes, 2. Aufl. (Paris 1892) S. 28, hieß es bōti.

[6]) Nach FR. HROZNÝ, a. a. O.

[7]) Nach V. LORET, a. a. O.

[8]) 2. Mos. 9, 32; Ezech. 4, 9; Jes. 28, 25.

---

[1]) 2. Mos. 9, 32; Ezech. 4, 9.

[2]) Jes. 28, 25.

[3]) Die Richtigkeit dieser Übersetzung wird auch dadurch bestätigt, daß syrische Glossographen und Übersetzer griechischer Werke ὀλυρά, ζειά und ζέα mit dem dem hebräischen kussemet entsprechenden aramäischen (syrischen) Worte kunnâthâ übersetzen; vergl. IMM. LÖW, Zwei biblische Pflanzennamen, Hakedem, Vierteljahrsschrift für die Kunde des alten Orients und die Wissenschaft des Judentums, Jahrg. 1, 1907 (St. Petersburg) S. 47—54, und dazu auch I. LÖW, Aramäische Pflanzennamen (Leipzig 1881) S. 103—107.

[4]) In früherer Zeit waren beide Wörter nur im Plural gebräuchlich.

[5]) Den meisten Philologen, die sich mit der Bedeutung dieser Wörter beschäftigten, war von den Spelzweizenformengruppen wohl nur der Dinkel bekannt.

[6]) So z. B. FR. KÖRNICKE, Die Arten und Varietäten des Getreides (Berlin 1885) S. 78; V. LORET, a. a. O. S. 13. Auch jetzt gibt es noch Forscher, die den Dinkel für ein Kulturgewächs des alten Ägyptens halten, so z. B. ED. MEYER, der — 1913 — in seiner Geschichte des Altertums (3. Aufl. 1. Bd. 2. Hälfte S. 69) schreibt: „Gebaut wird Weizen, vor allem die als Emmer bezeichnete Art, Gerste, Spelt, Durra.“

[7]) Dafür, daß kussemet den Emmer bedeutet, spricht auch die Tatsache, daß mit dem kussemet entsprechenden arabischen Worte ʿálas noch gegenwärtig in Jemen der Emmer bezeichnet wird; vergl. hierzu I. LÖW, Zwei biblische Pflanzennamen, a. a. O., G. SCHWEINFURTH, Arabische Pflanzennamen aus Ägypten, Algerien und Jemen (Berlin 1912) S. 172 u. 174, und FR. HROZNÝ, a. a. O. S. 39—42. Im Jahre 1891 sind in Jemen von EDUARD GLASER eine Anzahl Spelzweizenvesen gesammelt worden, die FR. KÖRNICKE (vergl. I. LÖW, a. a. O.) als Emmervesen bestimmt hat. Ein Teil dieser Vesen gehört gegenwärtig Herrn Prof. G. SCHWEINFURTH, der sie aus GLASERs Nachlaß erhalten hat und so liebenswürdig war, sie mir zur Ansicht mitzuteilen. Leider haben die — gelblichen oder gelblichbraunen — Vesen schon

Der Emmer war offenbar zur Zeit des Alten, des Mittleren und des Neuen Reiches das wichtigste Brotkorn Ägyptens. Dies scheint auch noch zur Perserzeit der Fall gewesen zu sein[2]). Denn HERODOT, der bald nach der Mitte des fünften Jahrhunderts v. Chr. Ägypten, das damals unter persischer Herrschaft stand, bis zur Südgrenze bei Elephantine bereiste, sagt im zweiten Buche[3]) seines Geschichtswerkes über die Bedeutung des Emmers für die Ernährung der Ägypter: „Die übrigen [Völker] leben von Nacktweizen und Gerste, den Ägyptern erscheint es jedoch als die größte Schande, davon zu leben; sie bereiten ihr Brot vielmehr aus *ὀλυραι*, welche manche *ζειαί* nennen.“ „Sie essen aus *ὄλυραι* gebackenes Brot, das sie *κυλλήστις* nennen.“ Wahrscheinlich wurde in Ägypten auch noch unter der Herrschaft der Ptolemäer viel Emmer angebaut. Hierfür spricht die Tatsache, daß auf einem Tempelbilde dieser Zeit der König Ptolemäus Alexander den Göttern *ὄλυρα* opfernd dargestellt ist[4]). Der Emmer ist aber doch schon in dieser Zeit, offenbar infolge des griechischen Einflusses, mehr und mehr durch den Nacktweizen, der in Ägypten zwar — mindestens — seit der Zeit der V. Dynastie, aber offenbar nicht in erheblichem Maße angebaut wurde[5]), verdrängt worden[6]). Noch erheblicher

---

ursprünglich beim Drusch und später durch Anobienfraß sehr gelitten. Ihre Hüllspelzen sind so stark beschädigt, daß sich nicht erkennen läßt, ob sie den Hüllspelzen des altägyptischen Emmers glichen. Das Achsenglied der Vesen scheint in allen Fällen seiner ganzen Länge nach an den Kanten behaart gewesen zu sein. Jetzt fehlt allerdings manchen Vesen die Behaarung, doch ist sie hier offenbar durch die Anobien zerstört worden.

[1]) Vergl. A. SCHULZ, Geschichte der kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913) vorzügl. S. 85 u. f.

[2]) Vgl. betreffs des Umfanges des ägyptischen Emmerbaues zur Perserzeit auch FR. HROZNÝ, a. a. O. S. 20, Anm. 8.

[3]) HERODOT, Hist. II, 36 u. 77.

[4]) Nach FR. WÖNIG, Die Pflanzen im alten Ägypten. (Leipzig 1886). S. 161.

[5]) Vgl. A. SCHULZ, Diese Berichte, Bd. 34 (1916) S. 601 u. f.

[6]) Vgl FR. HROZNÝ, a. a. O. S. 21.

verminderte sich in Ägypten der Umfang des Emmerbaus jedoch während der Herrschaft der Römer über Ägypten, als dieses Land eine Kornkammer Italiens war[1]). Aber auch damals ist dort ununterbrochen Emmer angebaut worden. PLINIUS kennt ihn — wie es scheint — noch in der zweiten Hälfte des ersten Jahrhunderts n. Chr. als ägyptisches Getreide[2]), ja selbst noch im vierten Jahrhundert n. Chr. wird auf einem Ostrakon Emmerbrot (*κυλλῆστις*) erwähnt[3]), und noch zur Zeit der Entstehung der koptischen Übersetzung des Alten Testamentes muß der Emmer und sein alter Name (in der unbedeutend abweichenden koptischen Form) den Ägyptern allgemein bekannt gewesen sein, weil sie sonst nicht kussemet mit bōte übersetzt hätten. Im weiteren Verlaufe der koptischen Zeit scheint aber der Anbau des Emmers in Ägypten fast aufgehört zu haben, denn in einem der koptisch-arabischen Wörterbücher, die in der Zeit verfaßt worden sind, wo sich in Ägypten die arabische Sprache ausbreitete, wird bōte durch al-hommos (hummus) = Kichererbse, *Cicer arietinum*, und al-durā = Mohrhirse, *Andropogon Sorghum*, übersetzt. In den übrigen von diesen Büchern scheint das Wort bōte zu fehlen[4]). Man darf hieraus wohl schließen, daß damals in Ägypten das Wort bōte wenigstens der Mehrzahl der Bewohner nicht mehr bekannt, seine ursprüngliche Bedeutung wahrscheinlich sogar völlig vergessen war, daß also der Emmer höchstens noch in sehr wenigen Gegenden Ägyptens angebaut wurde. Dies geht auch daraus hervor, daß in dem Werke von CALCASCHANDI über die Geographie und Verwaltung Ägyptens[5]), das im Anfang des 15. Jahrhunderts n. Chr. verfaßt worden ist, Nacktweizen als einziges Weizengetreide Ägyptens aufgeführt wird[6]). Ganz scheint in Ägypten der Anbau des Emmers aber auch damals nicht aufgegeben worden zu sein, denn nach Angabe von PROSPERO ALPINO, der von 1580 bis 1583 in Ägypten, hauptsächlich in Kairo weilte, wurde damals hier Emmer angebaut, doch, wie es scheint, nur als Futter für Pferde, Maultiere und Maulesel[1]). Jetzt hat aber nach freundlicher Mitteilung von Prof. G. SCHWEINFURTH der Emmerbau in Ägypten völlig aufgehört[2]).

---

[1]) Nach FR. HROZNÝ, (a. a. O. S. 21) kennen die ägyptischen Papyri und Ostraka der römischen Kaiserzeit nur noch Nacktweizen (*πυρός*) und Gerste (*κριθή*).

[2]) PLINIUS, Nat. hist. XVIII, 81 (Ed. Jan-Mayhoff): „Aegypto autem ac Syriae Ciliciaeque et Asiae et Graeciae peculiares zea, oryza [soll wohl olyra heißen], tiphe.

[3]) Nach FR. HROZNÝ, a. a. O. S. 22.

[4]) Vgl. V. LORET, a. a. O. S. 28.

[5]) Vgl. F. WÜSTENFELD, CALCASCHANDI's Geographie und Verwaltung von Ägypten. Aus dem Arabischen, Abhandlungen der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Bd. 25, 1879 (Göttingen 1879) S. 3—225 (33).

[6]) Vorausgesetzt, daß mit „*triticum*“, womit der Übersetzer den arabischen Weizennamen übersetzt, „Nacktweizen“ gemeint ist.

Wenn auch der Emmer, wie es scheint, erst in der Zeit der V. Dynastie als ägyptisches Getreide erwähnt wird, und auch die ältesten ägyptischen Emmerreste, die bekannt sind, erst aus dieser Zeit stammen, so darf man doch wohl annehmen, daß der Emmer damals in Ägypten schon lange in Kultur war. Ursprünglich freilich scheint in Ägypten nur Gerste angebaut worden zu sein[3]). Die vorgeschichtlichen oder frühgeschichtlichen Getreidekörner, die an mehreren Stellen Oberägyptens gefunden worden sind, und die zum Teil für Emmerfrüchte gehalten wurden[4]), sind m. E. sämtlich Gerstenkörner. Wahrscheinlich ist der Emmer erst später, doch wohl noch vor Beginn des Alten Reiches, durch eine neue Kulturströmung, die ihren Ausgang in Vorderasien, der Heimat des Emmers, nahm, nach Ägypten gelangt, zuerst nach Unterägypten und von dort nach Oberägypten, wo wahrscheinlich noch längere Zeit, nachdem in Unterägypten schon viel Emmer kultiviert wurde, nur Gerste angebaut wurde. Diesem Umstande verdankt wohl die Gerste ihren Beinamen „oberägyptisches Getreide“, der Emmer seinen Beinamen „unterägyptisches Getreide“. Doch ist offenbar auch der Emmer schon recht frühzeitig nach Oberägypten gelangt, weil nach H. BRUGSCH[5]) in Oberägypten das Wort b$\bar{o}$tet auch zur Bezeichnung des Monats Tybi[6]) diente. „Der Tybi ist der einzige Monat des Jahres, welcher einen Mann mit einer Ähre in der rechten Hand zur Bezeichnung hat; man kann also annehmen, daß er in Ober-Ägypten wenigstens als der hauptsächlichste Erntemonat, mithin wohl auch die Kornart als das Hauptgetreide des Landes betrachtet wurde."

---

[1]) „Serunt [sc. Aegyptii] zeam, viciam, atque medicam pro equorum mulorumque pabulo“, PROSPERO ALPINO, Historiae Aegypti naturalis pars prima, qua continentur rerum Aegyptiarum libri quatuor. Opus postumum (Lugduni Bat. 1735) S. 177.

[2]) Doch sagt FR. KÖRNICKE, a. a. O., S. 84: „Daß er [der Emmer] in Ägypten in dauernder Kultur ist, scheint mir zweifelhaft, obschon die var. tricoccum in Deutschland Ägyptischer Spelz heißt und ich die var. farrum durch WITTMACK aus Ägypten erhielt“. Vgl. hierzu auch H. WERNER, Die Sorten und der Anbau des Getreides (Berlin 1885) S. 447.

[3]) Vgl. A. SCHULZ, Diese Berichte Bd. 34 (1916) S. 617.

[4]) Vgl. G. SCHWEINFURTH bei H. SCHÄFER a. a. O. S. 164, Anm. 2.

[5]) Bei G. SCHWEINFURTH, Ägyptens auswärtige Beziehungen hinsichtlich der Culturgewächse, a. a. O. S. 654.

[6]) Betreffs dieses Monats vgl. auch H. BRUGSCH, Die Ägyptologie Leipzig 1891) S. 359—360.

Erklärung der Tafel XIX[1]

Fig. 1. 9 Vesen aus den Priestergräbern im Totentempel des NEWOSERRE, nat. Gr.
Fig. 2. 9 Vesen aus den Fundamenten des Totentempels des SAHURE, nat. Gr.
Fig. 3. 9 Vesen aus dem Grabe des ANI zu Gebelên, nat. Gr.
Fig. 4. 9 Vesen aus dem Grabe des RAHOTEP zu Mēr bei Kusîjeh, nat. Gr.
Fig. 5. 8 nackte Früchte aus diesen Vesen, nat. Gr.
Fig. 6. 8 Nacktweizenfrüchte aus einem Grabe zu Dra-Abu'n-Negga bei Theben, nat. Gr.
Fig. 7. Vesen und größere Ährenbruchstücke aus einem Grabe der griechisch-römischen Zeit zu Gebelên, nat. Gr.
Fig. 8. 8 nackte Früchte aus diesen Vesen, nat. Gr.
Fig. 9. 3 Vesen aus den Fundamenten des Totentempels des SAHURE $1^1/_2$-mal vergr.
Fig. 10. 3 Vesen aus dem Grabe des ANI zu Gebelên, $1^1/_2$ mal vergr.
Fig. 11. 3 Vesen aus dem Grabe des RAHOTEP zu Mēr bei Kusîjeh, $1^1/_2$ mal vergr.

---

1) Durch ein Versehen der Druckerei sind in meiner Abhandlung „Über den Nacktweizen der alten Ägypter" im vorigen Hefte der „Berichte" auf S. 605 die Abb. 1 und 2 mit einander vertauscht und wie die Abb. 3 auf den Kopf gestellt worden.

Durch ein Versehen der Kunstanstalt sind auf der Tafel XVIII zu meiner Abhandlung „Über die nackte und die beschalte Saatgerste der alten Ägypter" in demselben Hefte die Abb. 8a und 8b mit einander vertauscht, und wie die Abb. 4, 9 und 10 auf den Kopf gestellt worden.

66. Emanuel Senft: Über die sogenannten „Inklusen“ in der „Glyzyrrhiza glabra L.“ und über ihre Funktion.

(Mit Tafel XX)

Aus der landw. chem. Versuchsstation in Wien (Abt. IX).

(Eingegangen am 10. Nov. 1916.)

Unter der Bezeichnung Inklusen verstehen wir bekanntlich eigentümliche Gebilde (Einschlüsse), welche ursprünglich von TICHOMIROW [1]) in dem Fruchtfleische der Dattel gefunden wurden und später von verschiedenen Forschern nicht nur in dem Fruchtfleische und der Testa mancher Früchte, sondern auch in den Blättern verschiedener Pflanzen nachgewiesen worden sind. Bezüglich der Literatur soll auf die Pflanzenmikrochemie von TUNMANN [2]) und die Mikrochemie der Pflanze von MOLISCH [3]) verwiesen werden.

Die Inklusen entstehen in der Pflanze sehr frühzeitig. Über ihre chemische Zusammensetzung, sowie auch über ihre Funktion und den Zweck derselben sind die Ansichten noch sehr verschieden.

Sie sollen nach HARTWICH und WINCKEL [4]) Phloroglykotannoide sein, d. i. glykosidische Tannoide, in denen der Zucker durch Phlorogluzin ersetzt erscheint. Sie scheinen aber in den verschiedenen Pflanzen eine ganz verschiedene Zusammensetzung zu haben. Alle enthalten auch gebundenen Gerbstoff [5]), der aber ebenfalls ein verschiedenes Verhalten zeigt und sich mit Eisenchlorid bald blau, bald grünlich färbt.

Der verschiedene Ausfall der Färbung bei der Eisenreaktion kann nach TUNMANN auf die Anwesenheit verschiedener Säuren zurückgeführt werden. An getrocknetem und konserviertem Materiale sind nach TUNMANN die Farben bei dieser Reaktion etwas verschwommen, die auch von der Dicke der Massen modifiziert werden. Mit der Entwicklung wechselt auch die Zusammensetzung der Substanz.

---

[1]) W. TICHOMIROW, Sur les inclusions intracellulaires du parenchyme charni de la Datte. Bull. du Congr. intern. d. bot. de St. Pétersbourg 1885. S. 79.

[2]) O. TUNMANN, Pflanzenmikrochemie. 1913, Verlag BORNTRAEGER, Berlin, S. 381.

[3]) H. MOLISCH, Mikrochemie der Pflanzen. 1913, Verlag FISCHER, Jena, S. 136.

[4]) HARTWICH und WINCKEL, Arch. de Pharm., 1904, CCXLII, S. 462.

[5]) TUNMANN, Mitteilungen aus d. Pflanzenmikrochemie, Vortrag gehalten in der Abt. VIII d. 85. Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte in Wien.

Die wichtigsten Reaktionen auf Inklusen fallen annähernd übereinstimmend aus, die blaue bis rötliche Färbung mit Kali- oder Natronlauge, sowie die Rotfärbung mit Vanillinsalzsäure. (TUNMANN).

TUNMANN erklärt den Vorgang bei der Inklusenbildung folgend: In den Idioblasten werden mehr oder weniger große Mengen Phloroglykotannoide angehäuft und zunächst durch noch unbekannte Substanzen — ähnlich wie Inulin — in Lösung gehalten. Nun stirbt ziemlich schnell der Plasmaleib ab, seine Bestandteile gehen in der Hauptmasse zugrunde und der gesamte Inhalt erstarrt. Waren bei dem möglicherweise durch Enzyme bewirkten Erstarren große Mengen von Phloroglykotannoiden zugegen, dann bildet die Inkluse einen homogenen soliden Ballen, während bei Gegenwart geringer Quantitäten der zentrale Teil mehr oder weniger weich ist, oder auch fehlen kann (Säcke) und nur am Rande dichte Abscheidungen auftreten. Die erstarrten Inklusen lösen sich von der Membran ihrer Zellen ab.

Nach LLOYD liegt den Inklusen ein kolloidales Gemenge von Schleim und Gerbstoff zugrunde.

In der neuesten Zeit hat TUNMANN auch die Inklusen in den Früchten von *Rhamnus cathartica* und *Glyzyrrhiza glabra* L. zum Gegenstand seiner Untersuchungen gemacht.

Er ist bei seinen Untersuchungen zu folgenden neuen Schlüssen gelangt: Vom jüngsten Stadium an sind die Zellen dicht mit Phloroglykotannoiden erfüllt. Eine quellbare, schleimige Substanz ist nur vorübergehend in einigen jüngeren Stadien zu ermitteln. Wenig später als Kelch und Blumenkrone dem Abfallen nahe sind, ist kein Schleim mehr nachweisbar. Alsdann finden wir die Phloroglykotannoide vorzugsweise im Innern der Zellen, während an der Membran eine homogene, sehr zähe Substanz bassorinartiger Natur zur Ausbildung gelangt, die zu dem sogenannten „Kerngummi“ zu zählen ist. Schreitet die Bassorinproduktion weiter fort, so entstehen die eingangs erwähnten, soliden Körper, bleibt sie auf den Rand beschränkt, so kommt es zur Bildung von Säcken.“

Immer aber werden nach TUNMANN die Phloroglykotannoide von der bassorinartigen Grundsubstanz in ungemein fester Weise gebunden.

Der Vorgang bei der Inklusenbildung ist nach TUNMANN der gleiche, wie bei der Bildung des sogenannten Kerngummis der Gefässe und der Tracheiden.

„Durch Salpetersäure oder durch SCHULTZEsches Mazerationsgemisch lassen sich aus den Gefäßausfüllungen die Gerbstoffe und Farbstoffe, welche in denselben ungemein fest gebunden sind, gerade so entfernen, wie die Phloroglykotannoide aus den Inklusen. In beiden Fällen bleibt dann das Kerngummi zurück, welches sich nunmehr leicht in Wasser und Alkohol löst.

Der Unterschied zwischen den Ausfüllungen und den Inklusen ist nach TUNMANN vorzüglich der, daß bei den Inklusen nur Phloroglykotannoide, bei den Ausfüllungen aber Gerbstoffe, Farbstoffe u. a. gespeichert werden.

Auch die ökologische Bedeutung beider Bildungen dürfte nach TUNMANN eine ähnliche sein. „Die betreffenden Elemente werden aus dem Saftverkehre ausgeschlossen, gleichzeitig aber fester und widerstandsfähiger gegen Fäulnis. Die Inklusen werden den Früchten einen Schutz gewähren, wohl auch ein zu frühzeitiges Zerfallen der Früchte hindern."

Zu derselben Zeit als TUNMANN seinen Vortrag über Inklusen hielt, hat mich auf Grund meiner früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand noch eine weitere ökologisch und physiologisch interessante Frage beschäftigt, nämlich, wie weit sich die Inklusen als Festigungselemente beteiligen und ob sie als Auswurfstoffe des Organismus anzusehen sind oder nicht.

Die vorliegende Arbeit soll sich vorläufig mit der ersten Frage beschäftigen.

Zur Untersuchung diente mir ein in Formalin aufbewahrtes Material, welches aus den Kulturen des Komitees zur staatlichen Förderung der Arzneipflanzenkultur in Korneuburg stammte. Das Material wurde von der vollkommen entwickelten Pflanze genommen, zurzeit als gerade die Früchte nahe zur Reife waren. In dem Fläschchen, in welchem das Material in Konservierungsflüssigkeit[1]) aufbewahrt wurde, bildete sich nach längerer Zeit ein schwefelgelber Niederschlag, über dessen chemische Zusammensetzung ich bisher noch nicht im Klaren bin.

---

1) Dieselbe bestand aus Alkohol, Formalin und Wasser.

Es dürfte sich offenbar um ein Kondensationsprodukt der Gerbstoffe mit Formalin handeln.

Auf alle Fälle gehen in den in Konservierungsflüssigkeiten aufbewahrten Präparaten sehr tief eingreifende Veränderungen vor sich und es ist daher bei der Untersuchung eines solchen Materials, besonders bei Anwendung mikrochemischer Reaktionen, stets die größte Vorsicht geboten, um durch den Ausfall der Reaktion nicht zu falschen Schlüssen zu gelangen. Ein solches Material ist in chemischer Beziehung zumeist vollkommen verändert.

So fällt z. B. bei den Inklusen die Phlorogluzinreaktion mit Vanillinsalzsäure in dem in der Konservierungsflüssigkeit aufbewahrten Materiale negativ oder fast negativ aus, indem sich die Inklusen entweder gar nicht oder nur schmutzig rötlich färben, wogegen sie im frischen oder im Herbarmateriale prachtvoll kirschrot gefärbt werden. Ebenso undeutlich fallen auch alle Reaktionen auf Gerbstoff aus, usw.

Die Inklusen erfahren außerdem auch durch die wasserentziehende Eigenschaft des Alkohols und gleichzeitige Härtung noch eine gestaltliche Veränderung und so finden wir sie dann in Formen vor, welche ursprünglich nicht vorhanden waren. Deswegen wurden bei der Untersuchung zum Vergleiche stets noch das frische bzw. Herbarmaterial verwendet. Die Inklusen erscheinen verschieden gefärbt, zumeist sind sie gelb oder gelblichbraun, mitunter rotbräunlich, der verschiedenen Dicke und dem Entwicklungsstadium der Körper entsprechend. Die meisten sind vollkommen homogen und zeigen einen Harzglanz (Abb. 3); manche von ihnen schließen kleinere oder größere Luftbläschen ein und besitzen dann eine poröse oder gar eine blasigschaumige Struktur (Abb. 2).

Die Verteilung der Inklusen.

Bei der Durchmusterung der Schnitte durch das Fiederblättchen, Blattstielchen, den Blattstiel und Stengel der *Glyzyrrhiza* muß uns sofort die gesetzmäßige, ganz charakteristische Verteilung der Inklusen im Gewebe auffallen.

Besonders augenfällig ist die Verteilung der Inklusen in dem Fiederblättchen. Am Querschnitte durch das Blättchen finden wir die Inklusen vornehmlich in der oberen Blatthälfte. Außerdem kommen sie in beiden Oberhäuten vor, so zwar, daß sie in der oberen Epidermis auffallend reichlicher vorhanden sind. Während diese Gebilde in den beiden Oberhäuten der Größe der Zellen entsprechen, diese zumeist vollkommen ausfüllend, sind sie in dem Palisadengewebe wesentlich größer als die Palisaden selbst und übersteigen die Größe derselben manchmal um das mehrfache.

In der Epidermis hängt nicht nur die Größe sondern auch die Gestalt der Inklusen von der Zellform ab; so sind sie in den neben den Gefäßbündeln vorhandenen, länglichen Zellen ebenfalls lang gestreckt, in den wellig buchtigen Epidermiszellen dagegen unregelmäßig buchtig, wie die Zellen selbst (Abb. 4).

Nicht selten begegnet man in der Epidermis ganzen Zellkomplexen, in welchen sämtliche Zellen Inklusen bergen.

Die in der oberen Hälfte des Blattes befindlichen Inklusen sind fast alle vertikal gestellt; nur höchst selten kommt es vor, daß man unmittelbar unter der oberen Epidermis auch horizontal liegende Inklusen vorfindet. Die Form derselben ist ganz auffällig. Sie sind im allgemeinen walzlich, aber fast stets schwach säbelförmig gebogen und am oberen Ende sehr deutlich verdickt, manchmal sogar verzweigt (Abb. 3). Eine weitere Eigentümlichkeit derselben ist die, daß sie in der linken Blatthälfte ebenfalls nach links, in der rechten dann nach rechts gebogen erscheinen. (Abb. 3 rechts und links).

In der unteren Blatthälfte und zwar an denjenigen Stellen, an welchen das Palisadengewebe unter der Epidermis manchmal ausnahmsweise in ein kurzgliedriges Schwammparenchym übergeht, finden wir auch Inklusen, welche sich der Form der Zellen angepaßt haben und lappig oder sternförmig verzweigt sind.

In der Einsenkung oberhalb des Blattnerves begegnen wir ihnen im Kollenchym. Das an der Peripherie des Medianus verlaufende Kollenchym führt ebenfalls fast in allen Zellen Inklusen. In dem Medianus finden wir sie beinahe stets in der oberen Blattfaserkappe des Gefäßbündels und sehr häufig auch im Siebteil. In dem Holzteile der Gefäßbündel fanden wir dieselben nicht vor.

In dem Blattstiele findet man sie wieder an der Peripherie im Kollenchym, weiter stets in dem halbmandelförmig gebogenen Phloemteile und manchmal sogar in den Markzellen vor.

Überaus interessant ist die Verteilung der Inklusen in dem Gelenkpolster. Während hier das Kollenchym nur sehr schwach entwickelt ist und sich zumeist nur auf eine Zellschichte beschränkt, kommen die Inklusen sehr reichlich vor und füllen 3—4 Schichten des Parenchyms aus, indem sie einen deutlichen

Festigungsring bilden. Auf der inneren, konkaven, zur Achse gerichteten Seite sind sie bedeutend spärlicher als an der konvexen, von der Achse abgewandten.

Auch kann man deutlich beobachten, daß die Inklusen auf der inneren Seite, wo die Festigkeit des Gewebes weniger in Anspruch genommen wird, verhältnismäßig ihre Form erhalten haben und die sonst unversehrten Zellen ausfüllen. Auf der äußeren Seite dagegen, wo die Festigkeit des Gewebes ungemein stark in Anspruch genommen wird, finden wir die großen Parenchymzellen zerrissen und die zerrissenen Gewebepartien mit der Inklusenmasse verkittet. In diesem Falle dürfte aber der Inklusenmasse die Aufgabe eines „Wundgummis“ zufallen. Schließlich finden wir die Inklusen in dem Gelenkpolster noch in der Mitte des zentral gelegenen, sichelförmig gekrümmten Phloemteiles.

In dem Stengel findet man diese Körper wieder an der Peripherie in 2—3 Reihen, dann aber stets und regelrecht angeordnet unter den in der Rinde zerstreuten Bastfasergruppen. Schließlich findet man sie noch in den einzelnen Markzellen.

Die auffallende Verteilung der Inklusen, die also stets an solchen Stellen sind, an welchen sonst das mechanische Gewebe vorzukommen pflegt, oder in Gemeinschaft mit diesem sich vorfinden, drängt nun zu der Annahme, daß die Inklusen tatsächlich die Aufgabe des mechanischen Gewebes unterstützen bzw. übernehmen können.

Es war daher die Frage zu beantworten, ob sie sich tatsächlich und wie weit an dieser Aufgabe beteiligen. Die Inklusen entstehen sehr frühzeitig, so nach HALLSTRÖM in der *Ceratonia* bei 1 cm langen Früchten, bei Blättern von *Rhamnus* schon in der Knospe. (TUNMANN) Sie erinnern uns in unserem Falle an die sogenannten Stützzellen (Säulen oder Strebezellen), welche wir als mechanische Stütze in dem Palisadengewebe mancher Blätter vorfinden. Besonders auffallend ist die Tendenz der Inklusen, sich am oberen Ende zu verdicken oder sogar nach Art der Armpalisaden zu verzweigen.

Um einige wichtigere Fragen beantworten zu können, war es vor allem nötig, neben dem eingangs erwähnten konservierten Materiale auch noch frisches und Herbarmaterial zum Vergleich herbei zu ziehen. Ein entwickeltes Blatt von *Glycyrrhiza* zeigt am Querschnitt durch die Lamina deutliche Einschnürungen. Diese kommen bei ganz jungen Blättern nicht vor. In diesem Jugendzustande der Blättchen stellen die Inklusen ovale, elliptische oder länglich-walzenförmige Körper dar, welche, in Kalilauge untersucht, stets ein deutliches breites Lumen zeigen und durch ihren eigentümlichen Glanz auffallen. (Abb. 1.) Sie bleiben in Kalilauge zuerst unverändert, später färben sie sich aber ebenso wie der Inhalt der Oberhaut und der Kollenchymzellen im Blattstiele (in welchem es später als in dem Palisadengewebe) zur Inklusenbildung kommt, schmutzig weinrot. In Vanillinsalzsäure färben sich die Inklusen, sowie auch der früher erwähnte Zellinhalt sofort intensiv kirschrot. Dabei schrumpfen die Gebilde und das Lumen wird zumeist unsichtbar.

Mit Eisenchlorid färben sie sich geradeso wie der Inhalt der Epidermis- und Kollenchymzellen schmutzig braun. An den Stellen, wo später die Einschnürungen der Lamina erfolgen, sind die Inklusen entweder gar nicht vorhanden oder nur ganz niedrig. (kurz).

Sie besitzen, wie man sich durch Messungen in intaktem und gequetschtem Zustande überzeugen kann, eine gewisse Elastizität, welche jedoch nicht groß ist, denn durch Anwendung eines größeren Druckes zerfallen die Körper in ziemlich scharfkantige Stückchen. (Abb. 7b.)

Aus diesem geht hervor, daß sie auch vermöge ihrer Elastizität und ihrer zugleich relativen Steifheit der Aufgabe als Stützelemente zu entsprechen vermögen.

In dem Herbarmateriale erscheinen die Inklusen mehr oder weniger zusammengeschrumpft. Diese Schrumpfung geht beim Trocknen des Materiales langsam vor sich. Dasselbe dürfte von allen andern Inklusen gelten, (*Ceratonia*, *Dactylis*) die in trockenem Materiale eine deutliche Schrumpfung zeigen und dann zumeist parallel gestreift erscheinen.

Die Schrumpfung ist daher als die Folge des Trocknungsprozesses anzusehen.

Als wir unsere Versuche über das Trocknen der Blätter von *Glycyrrhiza* vorgenommen haben, kamen wir zu dem Schlusse, daß den Inklusen noch eine andere biologisch wichtige Rolle zukommt, nämlich die, die Transpiration wesentlich zu reduzieren, wodurch das Eintrocknen der Blätter und der Früchte gehindert wird

Fiederblättchen von *Glycyrrhiza*, welche auf einer schwarzen Unterlage, der Sonne ausgesetzt waren, sind noch nach zwei Tagen ganz geschmeidig geblieben und sogar das Trocknen im Trockenschranke ging im Vergleich zu anderem Blattmateriale, welches zur Kontrolle herbei gezogen wurde, ungemein langsam vor sich.

Bei der Untersuchung des getrockneten Materiales hatten wir die beste Gelegenheit gehabt, uns davon zu überzeugen wie ungemein stark die Inklusen die Feuchtigkeit binden und wie schwer sie dieselbe verlieren.

Bei dem auf natürlichem Wege 4 Tage hindurch, also allmählich erfolgten Trocknen konnte man beobachten, daß die Inklusen deutlich geschrumpft sind. (Abb. 8) Bei dem ungemein raschen Entzug der Feuchtigkeit im Trockenschranke dagegen, haben sie ihre Gestalt fast gar nicht verändert, was sich wohl dadurch erklärt, daß die Oberfläche der Masse rasch erstarrte, so daß die eingeschlossene Feuchtigkeit nicht mehr entweichen konnte.

Ein solches, einmal künstlich getrocknetes Material läßt sich aber später auch ziemlich schwer aufweichen. Während das gewöhnlich getrocknete Blattmaterial zumeist durch einmaliges Aufwallen des kochenden Wassers weich wird, müssen die künstlich getrockneten Blätter eine geraume Zeit kochen, bis sie wieder geschmeidig und schneidfähig werden.

Endlich wollten wir uns noch davon überzeugen, welche Wärme, bzw. welche Hitze, dazu notwendig ist, um die Feuchtigkeit aus den Inklusen vollkommen zu entfernen. Zu diesem Zwecke wurden Mikrotomschnitte durch das Blatt auf einem Objektträger in Wasser ausgebreitet und letzteres durch Erwärmen zum Verdunsten gebracht.

Nachher wurde das Präparat über freier Flamme soweit erhitzt als es noch, ohne zu verkohlen, vertragen hat. Das Präparat wurde dann in Öl eingeschlossen untersucht. Dabei zeigte es sich, daß die Inklusen bei der Abgabe des Wassers sehr stark zusammengeschrumpft sind. (Abb. 9.)

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, daß den Inklusen u. a. auch die Aufgabe zukommt, der Pflanze einen mechanischen Schutz zu gewähren. Aber wie so oft in der Natur, scheinen auch hier noch andere Funktionen durch ein und dasselbe Gebilde übernommen zu werden. HIMMELBAUR[1]) erwähnt in seiner Süßholzarbeit das Vorkommen von merkwürdigen Einschlüssen unter der Epidermis, die genau die gleichen Reaktionen geben, wie die Inklusen. Das Vorkommen dieser Zelleinschlüsse in einer Zellenlage ist normal. Wenn sich aber aus irgendwelchen Ursachen diese subepidermalen Einschlüsse vermehren, so werden sie als Fremdkörper empfunden und durch Kork abgeschnürt. Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß diese subepidermale gerbstoffreiche Zellschicht eine Abwehr gegen den Angriff von Pilzhyphen bietet. Es ist ja bekannt, daß z. B. die Tannoide in der Testa ebenfalls als Schutz gegen das Eindringen parasitärer Mikroorganismen dienen.

---

[1]) HIMMELBAUR, W, Eine *Rhizoctonia* Erkrankung des Süßholzes. Mitteilung d. Kom. z. staatl. Förderung d. Kultur v. Arzneipflanzen Nr. 20. Beiträge zur Pathologie d. Drogenpflanzen III. Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Oesterr. 1914.

Ferner darf nicht unerwähnt bleiben, daß in der kolloidalen Beschaffenheit der von uns beschriebenen Inklusen ein vortrefflicher Verdunstungsschutz liegt. Die Inklusen halten, wie nachgewiesen wurde, die Feuchtigkeit sehr lange und sehr fest und verlieren das Wasser bei normalem Trocknen nie vollständig. Ihrer Lage nach (in der Nähe der Oberfläche) haben sie sicher, gleich wie verschleimte Epidermiszellen in dem Wasserhaushalte der Pflanze etwas zu schaffen. Demnach scheint den Inklusen auch von diesem Standpunkte aus eine biologisch und ökologisch wichtige Rolle zuzufallen.

Erklärung der Tafel XX.

Abb. 1. Eine Partie des Querschnittes durch ein junges Fiederblättchen von *Glyzyrrhiza glabra*. Unter der oberen Epidermis liegen in dem Palisadengewebe 3 junge Inklusen mit breitem Lumen.

Abb. 2. 4 ältere Inklusen aus dem Blattgewebe zum Teile mit poröser, zum Teile mit blasiger Struktur (eingeschlossene Luftbläschen).

Abb. 3. Verschiedene Formen von Inklusen aus dem Palisadengewebe eines Fiederblättchens, links solche von der linken Blatthälfte, rechts von der rechten Blatthälfte.

Abb. 4. Die Inklusen aus der oberen Blattepidermis mit welligbuchtigem, den Epidermiszellen entsprechendem Umriß.

Abb. 5. Eine Inkluse aus dem Palisadengewebe der *Glyzyrrhiza* im Querschnitte, in der Form genau den sogenannten „Säulenzellen“ folgend, und daneben

Abb. 6 zum Vergleiche der Abb. 5 eine Säulenzelle mit angrenzendem Palisadengewebe aus dem Blatte von *Hakea suaveolens* nach Haberlandt. (Physiologische Pflanzenanatomie. S. 148.)

Abb. 7a eine junge Inkluse und 7b dieselbe zerdrückt.

Abb. 8. Vier Inklusen aus dem Fiederblättchen der *Glyzyrrhiza*, durch natürliches Trocknen etwas zusammengeschrumpft.

Abb. 9. Drei solche Körper durch starkes und andauerndes Erhitzen von Feuchtigkeit befreit und stark zusammengeschrumpft. (Untersucht in Öl als Einschlußmittel.)

67. G. Dittrich: Ermittelungen über die Pilzvergiftungen des Jahres 1916.

(Eingegangen am 14. November 1916.)

Die Zahl der 1916 bekannt gewordenen Todesfälle an Pilzvergiftung im Gebiet des Deutschen Reiches betrug 89. Hiervon entfielen auf Schlesien 11, Posen 17, Westpreußen 5, Brandenburg 6, Provinz Sachsen 5, Hessen-Nassau 7, Westfalen 1, Rheinprovinz 8, Mecklenburg 4, Anhalt 8, Königreich Sachsen 6, Bayern 7 Baden 4 Todesfälle. Allerdings kann die Zusammenstellung für die letzten Wochen der Pilzzeit, die besonders viele Nachrichten von schweren Erkrankungen brachten, auf Vollständigkeit noch weniger Anspruch erheben, als es die Begründung auf Zeitungsmeldungen an sich schon mit sich bringt. Unter den 89 Verstorbenen befanden sich 43 Kinder. Zu der vorjährigen Statistik[1]) sind für Schlesien noch 2, für Posen 1 und für Westpreußen nach Angabe von F. KAUFMANN[2]) 4 Todesfälle nachzutragen. Für die beiden letzten Jahre kann also wohl die Zahl der so Verstorbenen in runder Summe auf je 100 angenommen werden.

Was die Herkunft der Pilze angeht, so waren sie auch diesmal wieder in den allermeisten Fällen von den Erkrankten selbst gesammelt worden; diese gehörten überwiegend den einfacheren Lebenskreisen an, wovon fast nur die Morchelvergiftungen — die Bücher, nicht die Sammler, Käufer und Verkäufer, nennen die hierfür allein in Betracht kommende *Gyromitra esculenta* „Lorchel“ — eine bemerkenswerte Ausnahme bildeten. Ein Arbeiter, der Pilze für seine Angehörigen suchte, „nahm sie mit, wie er sie fand“. Wiederholt wurden Familien betroffen, deren Vater ortsabwesend war. Daß vereinzelt auch am Markt ausgesprochene Giftpilze angeboten werden, würde aus folgender Notiz des „Berliner Lokal-Anzeigers“ vom 24. September hervorgehen: „Zu drei Monaten Gefängnis wurde die Eigentümerfrau Christiane D. aus Hanshagen, die in Greifswald vor Gericht stand, verurteilt. Sie hatte, wie uns ein eigener Drahtbericht meldet, vor mehreren

---

[1]) Pilzvergiftungen im Jahre 1915. Diese Berichte, Jahrgang 1915 Band XXXIII, Heft 9, Seite 508—516.

[2]) Die rosa- oder rostsporigen Gattungen der Blätterpilze. 39. Bericht des Westpreußischen Botanisch-Zoologischen Vereins, S. 8.

Wochen auf dem Wochenmarkte giftige Pilze verkauft. Die Strafe war deshalb so hart bemessen, weil die Frau trotz eines ausdrücklichen Hinweises eines ihrer Kunden auf die Pilze diese dennoch verkaufte".

Wenn man den Angaben der Pilzbücher, von denen viele freilich aus den gleichen Quellen schöpfen mögen, und den mit ihnen übereinstimmenden, alljährlich regelmäßig wiederkehrenden Belehrungen der Tagespresse glauben wollte, so wären viele, ja die allermeisten dieser Erkrankungen auf den Genuß verdorbener, nicht an sich giftiger Pilze zurückzuführen. Diese Lehre der volkstümlichen Schriften ist, wie ich auf Grund der Untersuchung einer größeren Zahl von Fällen in den letzten Jahren erklären kann, sicher unrichtig. Überall, wo ich der fraglichen Pilze habhaft werden konnte, handelte es sich um unzweifelhaft giftige Sorten, fast stets um grüne Knollenblätterpilze. Daß hin und wieder auch durch ursprünglich eßbare, aber in Zersetzung übergegangene, insbesondere auch von anhaltendem Regen oder plötzlichem Frost geschädigte Pilze — letzten Endes also wohl immer durch Bakteriengifte — tödliche Erkrankungen hervorgerufen werden. soll damit nicht bezweifelt werden; von einem erheblichen Umfang oder einer größeren Gefahr derartiger „Pilzvergiftungen" kann aber keine Rede sein. Zu dem gleichen Ergebnis führen auch andere Überlegungen. Dorfbewohner und städtische Arbeiter, die die große Mehrzahl der alljährlich Erkrankenden ausmachen, suchen. zumal in unserer jetzigen Ernährungslage, ihre Pilze zu alsbaldiger Verwendung. Sodann wirkt die Betrachtung der Auslagen großstädtischer Märkte manchmal geradezu beruhigend gegenüber der allzugroßen Furcht vor schneller Verderbnis der Pilze. Berücksichtigt man, daß die von den oft weit entfernt wohnenden Sammlern an den zwei oder drei Hauptmarkttagen der Woche in die Stadt gebrachten Pilze unter Umständen bereits die Ernte der ganzen Zwischenzeit darstellen, daß mindestens eine Nacht auf die Beförderung zu rechnen ist und daß natürlich nur ein Teil sofort verkauft wird, der Rest aber noch lange in den Körben zu sehen ist, so wird man zwei bis drei Tage als die mittlere Zeit, die zwischen dem Abpflücken und der Zubereitung vergeht, ansehen können; vielfach ist es aber ein erheblich größerer, selbst der doppelte Zeitraum. In einer Breslauer Markthalle, auf die sich diese Beobachtungen beziehen, konnte man im letzten Frühjahr bei Ausgang der Morchelzeit Exemplare von schmierigem, glasigem Aussehen bemerken, auf denen sich die Fliegen aufhielten. Gleichwohl ist hier niemals etwas über eine schwere Gesundheitsschädigung durch alte Marktpilze bekannt geworden. Größere Gefahr droht von einem aufgewärmten Pilzgericht; die Gattin eines Zittauer Nervenarztes soll auf diese Weise 1914 an Steinpilzen den Tod gefunden haben. Mehrere im letzten Jahr aus München gemeldete Todesfälle, bei denen augenscheinlich ein ähnlicher Zusammenhang vorlag, sind selbstverständlich in die obige Zahl nicht aufgenommen.

Wie schon gesagt, stehen unter den tödlichen Arten wieder grüne, grünliche, bräunlichgrüne Knollenblätterpilze obenan, allem Anschein nach die in Deutschland, mindestens im Osten, verbreitetste Form des eigentlichen Giftpilzes, der *Amanita phalloides*. Die näheren Umstände und der Verlauf sind bei der Vergiftung der siebenköpfigen Familie RUPPERT in Breslau am besten bekannt geworden.

Der Tischler JULIUS R., Westendstraße 39 wohnhaft, suchte seine Pilze am Vormittag des 6. August an einem beliebten Sonntagsausflugsziel der Breslauer, im Muckerauer Wald am Wege von Dt. Lissa nach dem Kirschberg, und zwar in einer Eichenschonung, die seit wenigstens zehn Jahren regelmäßig grüne Knollenblätterpilze beherbergt, während in den umliegenden Nadelwäldern die gelblichweiße *Am. Mappa* herrscht. Er nahm zunächst einige ihm als eßbar bekannte Röhrenpilze mit, weiterhin infolge der Empfehlung seitens eines an derselben Stelle sammelnden Unteroffiziers auch rote Täublinge (daß R. sie „Däumlinge“ nannte, spricht für seine Angabe, es habe sich um einen sächsischen Unteroffizier gehandelt) und schließlich auf dessen Anraten auch die Knollenblätterpilze, deren Menge er auf eineinhalb Pfund schätzte. Ein Teil des Pilzgemisches wurde getrocknet, die übrigen am 7. August mittags und abends unbedenklich verspeist, da die nach altem Brauche mitgekochte Zwiebel — wie stets bei Anwesenheit von frischen Knollenblätterschwämmen — keine Farbenänderung gezeigt hatte. Der Geschmack der Pilzgerichte war gleichfalls einwandfrei. In der folgenden Nacht erkrankten alle sieben Familienmitglieder, zuerst die 79-jährige Großmutter, zuletzt, gegen 5 Uhr morgens, R. selbst. Am 9. August starb die alte Frau; ihr folgten in den nächsten Tagen die drei jüngeren Töchter von 14, 17 und 19 Jahren. Die getrockneten Pilze und der Rest der Mahlzeit wurden polizeilich beschlagnahmt; beide enthielten zahlreiche Stücke der genannten *Am. phalloides*. Außerdem waren drei feinzerschnittene *Russula*-Arten — nicht der Speiteufel, *Russ. emetica* — und anscheinend *Boletus variegatus*, der Zitronenpilz des Breslauer Marktes, zu erkennen. In einer Unterhaltung am 16. August erkannte R. die Knollenblätterpilze auf mehreren vorgelegten Abbildungen wieder; er hob die „schöne grüne“ Farbe und die Knollen am Stielgrund, die er mit dem Messer fortgeschnitten habe, hervor. Eine Verwechselung mit Speisepilzen — in den früheren Fällen[1]) mit Grünreizkern — lag nicht vor; vielmehr hatte R. selbst, wie er sagte, anfänglich die Sorte für giftig gehalten, aber durch den Unteroffizier sich eines Schlechteren belehren lassen. Von dem Krankheitsbild, das im Allerheiligen-Hospital festgestellt wurde, verdient bei einer der schließlich verstorbenen Töchter ein plötzlich eintretender Rückgang der Pulsschläge auf etwa die Hälfte hervorgehoben zu werden, weil die gleiche Wirkung von einem auf das freigelegte Froschherz aufgetropften Auszug des Pilzes herbeigeführt[2]), bisher aber unter den Vergiftungssymptomen beim Menschen nirgends erwähnt wird. Da auch Konvulsionen bei den Erkrankten fehlten, kann an eine Beeinflussung der Giftwirkung durch die mitgenossenen Täublinge gedacht werden. Immerhin entsprachen das verzögerte Eintreten der ersten Erscheinungen der Magendarmreizung, der Verlauf und die Prozentzahl der Todesfälle ganz dem Bilde der *Phalloides*-Vergiftung. Mindestens noch neun Tage nach der Mahlzeit bestanden übrigens bei R. Gefühlsstörungen in einem Bein.

Um dieselbe Zeit erkrankte in Leisnig i. S. die Familie des Brauereiarbeiters HEINRICH MEISSNER (Poststrasse 11). Die Pilze waren ihrem Aussehen nach eben erst von dem Manne, dem sie am Abend abgekauft wurden, gesammelt; durch die grüne Farbe fielen Frau M. vier Exemplare auf. Die Hauptmenge des Gerichtes bildeten „Schälpilze“, in denen die Frau nach Abbildungen Perlpilze erkennen konnte, die bekanntlich in den neueren Pilzbüchern allgemein nach Abziehen der Oberhaut für Eßzwecke empfohlen werden; als dritte Sorte befand sich ein Kartoffelbovist im Gericht, während einige weitere Stücke dieser Art getrocknet aufbewahrt wurden. Die Pilze, im ganzen 1¼ bis 1½ Pfund, wurden am selben Abend, am 5. September, um ½11 Uhr zubereitet und mit Appetit gegessen; das Kochwasser war fortgegossen worden. Bei der elfjährigen Schwester von Frau M. stellte sich am folgenden (Sonntag)-Morgen um 9 Uhr Erbrechen ein. Der 28-jährige Mann, der übrigens früher an einer Kopfschußverletzung operiert, aber wiederhergestellt war, fühlte sich am Abend dieses Sonntags unwohl und lehnte das Essen ab; die Frau erkrankte in der folgenden Nacht um 5 Uhr; um diese Zeit erbrachen beide. Der Mann ging noch zur Arbeitsstätte, mußte sie aber gegen 7 Uhr morgens verlassen und sich in gekrümmter Haltung unter erneutem Erbrechen nach Haus begeben. Alle drei litten den Montag über sehr; sie bekamen Rizinusöl und schwarzen Tee. Während sich der Zustand der beiden weiblichen Personen im Laufe des Dienstags besserte, starb der Mann am Mittwoch $^1/_4$12 Uhr abends unter großen Schmerzen. Eingesandt wurden zwei grüne Knollenblätterpilze und die in Scheibenform getrockneten Kartoffelboviste. Wertvoll ist an diesem Fall die Feststellung der Zahl der genossenen Amaniten; bisher wurde angegeben oder vielmehr angenommen, daß ein Exemplar genüge, um mehrere Personen zu töten.

---

[1]) a. a. O. S. 511 ff.

[2]) Vergl. diese Berichte, Jahrgang 1914, Band XXXII, S. 71.

In allen übrigen Fällen waren die Pilze nicht mehr zu erlangen, wenn auch vielfach die Angaben und Umstände für die gleiche Todesursache wie vorher sprechen. An einem der letzten Augusttage wurden von zwei (nachher verstorbenen) Kindern des Bahnwärters BÖTTCHER in Kruschdorf bei Bromberg in einem gemischten Waldbestand zur Mittagszeit Pilze gesammelt, die für Champignons, „Bettelchen“ (angeblich *Lactaria volema*) und „Schlaberpilze“ (wohl *Boletus granulatus*) gehalten wurden. Etwa ein Pfund wurde am gleichen Tage eine Stunde lang gekocht und nach Abgießen des Wassers gebraten. Das alsbald verzehrte Essen zeigte keinen auffallenden Geschmack; es nahmen daran die Mutter im Alter von 36 Jahren und vier Kinder von 5 bis 13 Jahren teil. Vierzehn Stunden später zeigten sich bei allen Erbrechen und Durchfall. Am dritten Tage nach Eintritt der Beschwerden verstarben drei der Kinder von 8, 10 und 13 Jahren. Nach dem Urteil der Mutter wären zwei Exemplare des Gerichtes ähnlich der jüngeren der beiden grünen Amaniten in der Michaelschen Abbildung (über dem Wort „Knollenblätterpilz“) gewesen; sie hat sie für Schaf-Champignons gehalten. Einen Teil dieser Angaben hat R. LEETZ in Bromberg vermittelt, der mich auch mit Zeitungsausschnitten unterstützte.

Der am Lichterfelder Kadettenhaus angestellte Wärter RAHN, seine Frau und eine zu Besuch weilende Nichte erkrankten 11 Stunden nach einer Pilzmahlzeit unter Erbrechen und Durchfällen; der Tod trat nach 1 $^1/_2$ bis 3 Tagen ein. Der Bruder des Verstorbenen erkannte in der eben genannten Abbildung die verhängnisvolle Pilzart wieder. — Die schwere Vergiftung in Wörlitz bei Dessau, der Ende Juli im ganzen 7 Personen der Arbeiterfamilien MÜLLER und JOHANNES erlagen, war nach freundlichen Nachforschungen von R. STARITZ in Ziebigk jedenfalls ausschließlich auf Knollenblätterschwämme zurückzuführen, die den drei rechtsstehenden Bildern der Gruppe in Michaels „Führer für Pilzfreunde“ entsprachen. — Vier Kinder des Hüttenarbeiters PACHOLIK in Thale am Harz starben nach dem Genuß von Knollenblätterpilzen einer Art, die einer Mitteilung des Bürgermeisters SCHÖNERMARK zufolge eine fast glatte, weiße Oberhaut und gelbgrünlichweiße Lamellen besaß.

So viele unzweifelhafte Fälle von Vergiftung durch grüne Knollenblätterpilze in den letzten Jahren erwiesen und auch unter den hier angeführten wiederum enthalten sind, so habe ich andererseits noch niemals *Am. Mappa* einwandfrei als Todesursache feststellen können. Das verdient um so mehr betont zu werden, als diese letztere Art ausnahmslos in allen Pilzbüchern als die weitaus gefährlichste abgebildet wird, wenngleich die toxikologischen Untersuchungen der letzten Jahre es wahrscheinlich gemacht haben, daß eine recht große Menge von ihr erforderlich sein würde, um ernstliche Gesundheitsschädigungen hervorzurufen. In dem zurzeit verbreiteten Pilzatlas von GRAMBERG, der die beiden zweifellos verschiedenen, eine Zeitlang als *Am. bulbosa* vereinigten Arten getrennt darstellt, wird bei *Am. Mappa* (S. 65) erwähnt, daß im Jahre 1908 bei Guhrau in Schlesien neun russische Arbeiter starben, die diesen gelblichen Knollenblätterpilz mit dem Champignon verwechselt hatten. Auf eine Anfrage teilte der Verfasser mit, die Angabe sei der Zeitschrift „Der Pilzfreund“ (S. 100 des einen erschienenen Jahrganges 1910/11) entnommen, deren Herausgeber, ROTHMAYR, sie von der betreffenden Behörde erhalten habe. Dort heißt es aber nur: „Am 2. August erkrankten in Tribusch bei Guhrau (Schlesien) 10 russische Sommerarbeiter am Genusse des Knollenblätterschwammes, den sie für den Champignon hielten. Neun davon sind innerhalb weniger Tage gestorben.“ Aus dieser Verwechselung mit „Champignons“ darf nun freilich noch kein Schluß auf die Art der Giftpilze gezogen werden, da dieses Wort in Schlesien vom Volke vielfach für „gute Pilze“ überhaupt gebraucht wird. Auch bei der ersten überhaupt bekannt gewordenen Vergiftung durch für Grünreizker gehaltene grüne Knollenblätterpilze (SLIWINSKI—Rawitsch 1913) schrieben die Zeitungen von Verwechselung mit Champignons, ja, von zwei Seiten wurde mir sogar *Am. Mappa* als die schuldige Art zugeschickt, bis sich schließlich an der Fundstelle unter Führung der Sammlerin der wahre Sachverhalt herausstellte. Hinzukommt, daß auf Tafel 4 (Knollenblätterpilz) von ROTHMAYRS Zeitschrift *Am. Mappa* gar nicht einmal unterschieden ist (der rechte, kleinste Pilz könnte ihr allenfalls entsprechen). Jedenfalls ist also auch in dem Fall von Triebusch *Am. Mappa* nicht als die Todesursache erwiesen.

Es läge nun freilich nahe, der ganzen Unterscheidung der gelblichweißen *Mappa* von der grünen oder sonstwie gefärbten *phalloides* keine große Bedeutung für den Sammler beizumessen, da ja doch ohne Zweifel beide Arten gleichmäßig gemieden werden müßten. In Wirklichkeit steht es damit indessen folgendermaßen: Gerade die verhältnismäßig harmlose *Mappa* ist die Form, welcher, wie schon erwähnt, nach Hutfarbe und Verteilung der Warzen die Abbildung des Knollenblätterpilzes in den kleinen Büchern nahekommt; diese Sorte werden daher die Benutzer für den wichtigsten Giftling ansehen. Der wirklich gefährliche Pilz aber, auf dessen allgemeine Kenntnis es ankäme, weist grüne Farbentöne auf, selten ist er reinweiß und niemals hat er Warzen auf dem Hut. *Am. Mappa* ist durch das Fehlen einer freien, dem deutlich gerandeten Knollen aufsitzenden, häutigen Scheide und den freilich nur im frischen Zustande wahrnehmbaren Geruch nach zerschnittenen rohen Kartoffeln gekennzeichnet. Man findet allerdings bei tief im Moose steckenden Exemplaren öfters um den Stielgrund Stücke der Volva, sie fallen aber beim Herausnehmen des Pilzes meist von selbst ab oder sitzen doch jedenfalls nur sehr locker an. Die filzigbrüchige Beschaffenheit der Gesamthülle mag auch die Entstehung der einzelnen Warzen auf dem Hut der *Mappa* erklären, während die derbhäutige Volva der *Am. phalloides* in der Hauptsache am Grunde als sehr auffallendes Gebilde erhalten bleibt, an der Hutoberhaut aber höchstens einen einzelnen größeren Lappen zurückläßt. Das oben mehrfach angeführte Bild von MICHAEL stellt, wie die genaue Ausführung des Stielgrundes durch den Künstler erkennen läßt, beide Arten von Knollenblätterschwämmen in je zwei Exemplaren dar. Nach meinen zahlreichen Beobachtungen ist die grüne, besonders giftige Form der *Am. phalloides* an Eichen gebunden; auch da, wo sie im Nadelwalde aufzutreten scheint, stehen regelmäßig in der Nähe einzelne (jüngere) Eichbäume.

Aus alledem ist wohl ersichtlich, nach welcher Seite sich der Kampf gegen den Knollenblätterpilz, von dem jetzt viel geredet wird, zu richten hätte, wenn anders für die Sache selbst ein Erfolg erreicht werden soll.

Ob sonstige Pilzarten, deren Schädlichkeit seit langem bekannt ist, im Jahre 1916 Todesfälle hervorgerufen haben, ließ sich leider nicht ermitteln. Bei einigen Vergiftungen, in deren Verlauf Tobsuchtsanfälle auftraten, könnte an Fliegenpilze gedacht werden. Als Ursache genannt wurden sie bei einer Erkrankung in Pleschen, der die fünfköpfige Familie des Arbeiters DZIALOSZYK erlag; dabei wurde „angenommen, daß der Genuß der Pilze eine auf seine Folgen berechnete Tat des Arbeiters war, der die Pilze in Abwesenheit seiner Frau zubereitet hatte.“ Da DZ. selbst dabei zu Tode gekommen ist, wäre ein solcher Zusammenhang insofern bemerkenswert gewesen, als Selbstmord durch Pilze bisher wohl nur zweimal nachgewiesen werden konnte. Indessen ist nach zwei übereinstimmenden Auskünften aus Pleschen weder die Art der Schwämme, noch die Absichtlichkeit der Vergiftung festgestellt.

Unaufgeklärt blieb auch die Pilzspecies, an welcher im September die ganze Familie des kurz vorher eingezogenen Fabrikarbeiters SCHREINER in Eppstein i. T. starb. Mutter und Kinder sollten Satanspilze gesammelt haben; der Vater vermochte indessen nichts Näheres über die Art der Schwämme anzugeben, und das Höchster Krankenhaus hatte nur die Erscheinungen schwerster Nephritis und Hämoglobinurie feststellen können. Vergiftungen durch *Boletus Satanas* sind so spärlich geworden, daß in manchen volkstümlichen Vorträgen an dem Dasein dieses Pilzes überhaupt gezweifelt wird, was freilich angesichts der Erfahrungen von LENZ und KROMBHOLZ ungerechtfertigt erscheint. Sicher ist der Satanspilz sehr selten, und die allermeisten *Boletus*-Arten, die im Publikum für ihn gehalten werden, sind eßbare Hexenpilze *(Bol. luridus)*. Die Form *erythropus* der letzteren Species, die keine Netzzeichnung am Stiel besitzt, ist am leichtesten als harmlos zu erkennen; doch liegt hierin kein entscheidender Unterschied vom Satanspilz. Noch weniger kann ein solcher im Fehlen oder Vorhandensein einer bauchigen Anschwellung des Grundes oder einer gelben Färbung der Spitze des Stieles gesehen werden. Dagegen durften bislang die hellfarbige, ledergelbe bis weiße Oberhaut und das weiße, sich langsam und schwach in Rötlich oder Violett verfärbende Fleisch als Kennzeichen des Giftpilzes gelten. Nach Beobachtungen von R. PYRKOSCH in den Nadelwaldungen bei Partenkirchen zeigten freilich dort im letzten Jahre die Hexenpilze alle möglichen Übergänge von dunklen bis zu ziemlich hellen Hutfarben und von tiefblauer bis zu sehr geringer Verfärbung des allerdings im ganzen gelblichen Fleisches. Einige Tage nach dem Abpflücken habe ich bei Hexenpilzen nur noch schwache, schmutzigrote Färbung im Bruch beobachtet.

Vergiftungen leichterer Art ruft wohl alljährlich der Kartoffelbovist (*Scleroderma vulgare*) hervor. Welcher Beachtung sich dieser Pilz erfreut, mag daraus hervorgehen, daß über keine andere Art auch nur annähernd gleich häufig Auskunft erbeten wird. Hin und wieder erscheint er auch am Markt oder in Delikateßgeschäften Breslaus; in Glogau wird er nach K. SAUER regelmäßig und in größeren Mengen umgesetzt; überall aber gilt er als

„schlesische Trüffel.“ Für die Wirkungen dieses Pilzes sind die Anzahl und die Frische der verwendeten Exemplare maßgebend. In Scheiben getrocknet, kann er in kleinen Gaben unbedenklich als Zusatz zu Suppen oder Tunken verwendet und bei unserem gegenwärtigen Mangel an Würzstoffen sogar für diesen Zweck empfohlen werden. Aber auch von frischen Kartoffelbovisten wurden ausnahmsweise bis zu fünf Stück, von einer Person als Suppe genossen, ohne Schaden vertragen. Allgemein trifft dies nicht zu, wie die nachfolgenden Mitteilungen von J. SCHWARZ in Obernigk von neuem zeigen. In der Villa J. wurde von 6 bis 7 mittelgroßen Exemplaren Suppe gekocht und ohne die festen Pilzteile gegessen, darauf noch Reis mit Tomaten verzehrt. Zehn Minuten nach der Mahlzeit trat bei zwei der Teilnehmerinnen hochgradiges Unwohlsein mit heftigem Brechen auf, während Stirn und Hände sich mit kaltem Schweiß bedeckten; wiederholtes Erbrechen schaffte Besserung. Einer dritten Dame, die weniger von der Suppe zu sich genommen hatte, ersparte eine Messerspitze voll Holzasche eine nennenswerte Steigerung des beginnenden Übelbefindens. Ein anderer Fall betraf den Eisenbahnsekretär D. Er aß außer der Brühe auch die Pilzstückchen als Mittagbrot und verfiel kurz darauf, auf einem Stuhle sitzend, in so tiefen Schlaf, daß ihn seine Frau, die an dem Essen nicht teilgenommen hatte, nach zwei Stunden nur mit großer Mühe daraus erwecken konnte. Hervorzuheben ist, daß D. sonst keinen Mittagsschlaf zu halten pflegt.

Eine neuartige tödliche Vergiftung ist im Juni in Aschersleben durch *Inocybe frumentacea* hervorgerufen worden.[1]) Zu der a. a. O. gegebenen Beschreibung der mir von dort zugegangenen Pilze wäre noch nachzutragen, daß sie im Jugendzustand weiß aussehen sollen und sich solchermaßen auch den blaß gefärbten Abbildungen A und B der BULLIARDschen Tafel 571 nähern würden. Dadurch wird übrigens auch ihre Verwechselung mit Champignons verständlicher. Auf Tab. 200 in BRESADOLAS *Fungi Tridentini* ist der Ton mehr braun gehalten, als ihn selbst die getrockneten Stücke von Aschersleben zeigen und in RICKENS Bezeichnung „Weinroter Rißpilz“ zum Ausdruck kommt.

Die letztjährigen Todesfälle an Morcheln sollen in anderem Zusammenhange dargestellt werden.

Breslau, den 13. November 1916.

---

1) Dieser Band, S. 424—427.

68. Ign. Urban: Über Ranken und Pollen der Bignoniaceen.

(Mit Tafel XXI.)

(Eingegangen am 19. November 1916)

Die generische Abgrenzung der Bignoniaceen verursachte den Systematikern hauptsächlich in der Abteilung der Bignonieen ganz erhebliche Schwierigkeiten. Das zeigt sich in der großen Anzahl der von manchen Autoren aufgestellten, von anderen wieder verworfenen Gattungen, in den vielen provisorisch den einzelnen Gattungen zugewiesenen Arten, in der Fülle von Synonymen bei manchen verbreiteten Spezies[1]) Der Grund liegt darin, daß die Merkmale in erster Linie von den Früchten geliefert werden, die in den Herbarien nur selten vorhanden sind und auch dann nicht immer mit Blütenexemplaren zweifellos identifiziert werden können.

Eine mehrmonatliche Beschäftigung mit der Familie brachte mir die Überzeugung, daß in der Ausbildung der Ranken und der Struktur des Pollens vortreffliche Merkmale vorhanden sind, die etwa 110 augenblicklich anerkannten Gattungen auch ohne Kenntnis der Früchte besser zu charakterisieren, nicht zugehöriges mit Sicherheit auszuscheiden und die Einordnung neuer Arten in das System zu erleichtern.

I. Die Ranken.

Schon P. DE CANDOLLE hat in seiner monographischen Bearbeitung der Familie im Prodromus (vol. IX, a. 1845) der Ausgestaltung der Rankenspitze großen diagnostischen Wert beigemessen, indem er nicht nur bei den einzelnen Arten, von denen er ausgebildete Ranken vorfand, sie gewissenhaft beschrieb, sondern dies Merkmal auch öfter in die Gattungsdiagnosen aufnahm. Die folgenden Autoren: BUREAU in seiner Monographie des Bignoniacées (1864), BENTHAM in Benth. et Hook. Gen. plant.

---

[1]) So besitzt die monotypische *Paragonia pyramidata* (L. Cl. Rich.) Bur., wie der jetzt beste Kenner der Familie TH. A. SPRAGUE in Hook. Icon. IV ser. vol. VIII zu Tafel 2771-72 festgestellt hat, 14 Synonyma; sie wurde von P. DE CANDOLLE im Prodromus IX (1845) siebenmal als besondere Art in drei verschiedenen Gattungen beschrieben, trotzdem die Pflanze in den Ranken ein allerdings bisher übersehenes Merkmal besitzt, wodurch sie sich unter allen Bignoniaceen auszeichnet.

(II. 1876) und BAILLON Hist. des Plantes (X. 1891) haben dagegen von der Verwertung dieses Charakters Abstand genommen, wohl weil ihnen derselbe bei dem Umfange, den sie den Gattungen gaben, zu variabel erschien. Erst SCHUMANN zog in den Natürl. Pflanzenfamilien (IV. 3b 1894/95) die Ranken wieder zur Unterscheidung der einzelnen Gattungen heran, leider in recht unglücklicher Weise. So schreibt er sowohl dort wie in der Bearbeitung der Familie in der Flora Brasiliensis (VIII. 2. 1896/97) den ersten 6 Gattungen der Bignonieen einfache Ranken zu, während doch ein Teil der *Adenocalymma-* und *Anemopaegma-* und sämtliche *Macrodiscus-*Arten dreigabelige besitzen. Auch bei anderen Gattungen: *Pithecoctenium, Distictis, Paragonia, Pyrostegia, Perianthomega, Neomacfadya,* und *Neojobertia* sind die diesbezüglichen Angaben durchweg unrichtig. Das ist um so weniger verständlich, als an den Zweigspitzen, wie sie die Herbarexemplare darstellen, die Ranken sich gewöhnlich noch nicht eingerollt haben, sondern flach ausgebreitet daliegen, also der Betrachtung ohne weiteres zugänglich sind; bei verletzten Ranken hat man natürlich, um nicht gegabelte mit einfachen zu verwechseln, die Spitze mit der Lupe genauer zu betrachten.

Ich habe nun das gesamte Material des Berliner botanischen Museums von den Ranken tragenden Gattungen durchgearbeitet und nicht nur die Angaben SCHUMANNs richtig gestellt, sondern auch diejenigen Gattungen, in welchen sich Arten mit geteilten und ungeteilten Ranken nebeneinander finden, hauptsächlich mit Hilfe der Pollenuntersuchung sorgfältig gesichtet, um über die Konstanz dieses Charakters ein Urteil zu gewinnen. Zu meiner Genugtuung stellte es sich heraus, daß, wenn die Gattungen von nicht hergehörigen Arten gereinigt werden, wie im dritten Abschnitt des Näheren ausgeführt ist, unter den 50 untersuchten Genera nur fünf mit 1—3-teiligen Ranken variieren, daß aber von diesen fünf noch zwei leicht abzutrennen sind, weil ihre Rankenspitzen immer in Haftscheiben auslaufen.

Der systematischen Übersicht will ich vorausschicken, daß die Ranken, wie allgemein bekannt ist, in morphologischer Hinsicht umgewandelte Blatteile und zwar die apikalen darstellen mit der einzigen Ausnahme von *Perianthomega*, bei welcher die Stiele der gefiederten Blätter schlingen.

Abbildungen sind nicht beigefügt, weil meine Darstellung auch ohne diese leicht verständlich sein wird; außerdem finden sich solche von den wichtigsten Typen in dem vortrefflichen Werke von H. SCHENCK: Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen, Band I (1892), S. 188/194 auf Tafel II.

Die den Gattungen vorgesetzten Nummern beziehen sich auf SCHUMANNs Bearbeitung in den Natürl. Pflanzenfamilien; die mit a-Nummern versehenen sind später publizierte Genera.

A. Ranken oder Rankenäste nach der Spitze zu gleich dick oder dünner werdend, stumpf oder spitzlich, aber niemals krallenartig; bei oberwärts 3-gabeligen Ranken sind die Äste mehrere oder viele Male kürzer als der untere Teil.

a) Ranken einfach: 1. *Arrabidaea*, 1a. *Petastoma*, 2. *Adenocalymma*, 5. *Clytostoma*, 6. *Cuspidaria*, 13. *Tanaecium*, 14. *Macranthisiphon*, 19. *Setilobus*, 21. *Cremastus*, 22. *Stizophyllum*, 23. *Fridericia*, 25. *Callichlamys*, 32. *Cydista*, 34. *Phryganoscidia*, 35. *Saldanhaea* (?), 35b. *Xylophragma*, 38. *Memora*, 43. *Neomacfadya*.

b) Ranken an der Spitze immer 2-spaltig, Äste kurz und sehr ungleich: 12. *Paragonia*.

c) Ranken bei den verschiedenen Arten derselben Gattung (oder selten an demselben Exemplare) bald einfach, bald 3-gabelig: 3. *Anemopaegma*, 27. *Pyrostegia*, 33. *Lundia*.

d) Ranken an der Spitze 3-gabelig (ausnahmsweise an demselben Exemplar 2-gabelig): 2a. *Chodanthus*, 3a. *Pseudopaegma*, 7. *Martinella*, 9. *Pithecoctenium* (p. p.), 9a. *Neves-Armondia*, 10. *Haplolophium*, 11. *Distictella* (*Distictis* Bur.), 11a. *Wunschmannia*, 17. *Tynnanthus*, 18. *Mansoa*, 20. *Amphilophium*, 38a. *Nestoria*, 40. *Pleonotoma*, 45. *Neojobertia*.

e) Ranken durch wiederholte Gabelung mehrteilig: 8. *Anisostichus (Doxantha)*, *Pithecoctenium* (p. p.), 15. *Phaedranthus*, 86. *Eccremocarpus*.

B. Krallenranken, deren Äste (oder letzte Auszweigungen) in oder über der Mitte allmählich verdickt und in eine sehr scharfe, hakig eingebogene Spitze ausgezogen sind; der basale Teil (Rankenfuß) ist kürzer oder höchstens dreimal länger als die Rankenäste.

a) Ranken 3-gabelig: 41. *Doxantha* (*Bignonia* aut.), 42. *Macfadyena*, 44. *Melloa*, 45b. *Paradolichandra*, 46. *Parabignonia*, 47. *Dolichandra*.

b) Ranken durch wiederholte Gabelung mehrteilig: 100. *Tourrettia*.

C. Ranken oder Rankenäste in Haftscheiben endigend.

a) Zweige dimorph. Ranken an den Kletterzweigen oft ungeteilt, an den blühenden 3-gabelig, verhältnismäßig kurz: 4. *Distictis (Macrodiscus)*, 26. *Glaziova*.

b) Zweige eingestaltig. Rankenstiele bei geteilten Ranken sehr lang. Solche Ranken finden sich gelegentlich oder häufiger bei den unter A (mit Ausnahme von A b) aufgeführten Gattungen: 1. *Arrabidaea* (nur an einem Exemplare von *A. subincana* bemerkt), 8. *Anisostichus*, 9. *Pithecoctenium*, 11. *Distictella*, 15. *Phaedranthus*, 17. *Tynnanthus*, niemals bei B. Die Ausbildung der Rankenendigungen in Haftscheiben hat bei diesen Gattungen natürlich keinen systematischen Wert.

Bezüglich der Ausgliederung von Blatt und Ranke können folgende Rubriken unterschieden werden. Die Pflanze besitzt:

A. Einfache Blätter.
  a) Ranken an deren Stelle habe ich nicht beobachtet. Wo sie vorzukommen scheinen (vgl. auch die sicher nicht genaue Abbildung in der Flor. Bras. tab. 78), sieht man deutlich in der Höhe eines Blattstieles an ihnen die Narben zweier abgefallenen Foliola, so bei *Petastoma*-Arten, *Clytostoma pterocalyx*.

B. Gezweite oder gedreite Blätter. Statt des Endblättchens:
  b) Ranke einfach, z. B. bei *Adenocalymma*.
  c) Ranke 2-zinkig, bei *Paragonia*.
  d) Ranke 1—3-gabelig, z. B. bei *Distictis* (*Macrodiscus*).
  e) Ranke 3-gabelig, z. B. bei *Distictella*.
  f) Ranke wiederholt gegabelt, bei *Anisostichus*.

C. Gefingerte Blätter mit fünf Blättchen. Statt des Endblättchens:
  g) Ranke einfach, vielleicht bei *Saldanhaea confertiflora*.
  h) Ranke 2—3-gabelig, bei *Anemopaegma orbiculatum* (nach P. DE CANDOLLE).

D. Doppelt gedreite Blätter. Statt des End-Triphyllums:
  i) Ranke einfach, z. B. bei *Arrabidaea inaequalis*.
  k) Ranke 3-gabelig, bei *Nestoria*.
  l) Ranke wiederholt gegabelt, bei *Tourrettia*.

E. Gefiederte Blätter. Statt des terminalen Fiederteils, so daß nur das unterste Fiederpaar erhalten bleibt:
  m) Ranke einfach, z. B. bei *Memora*-Arten.
  n) Ranke 3-gabelig, z. B. bei *Pleonotoma*.

F. Gefiederte Blätter. Statt des terminalen Fiederteils, so daß die beiden untersten Fiederpaare erhalten bleiben:
  o) Ranke einfach, bei den unteren Blättern von *Memora cuspidata* Hassl.
  p) Ranke wiederholt gegabelt, bei *Eccremocarpus*.

G. Doppelt gedreite Blätter:

q) Der Blattstiel schlingt, bei *Perianthomega.*

Aus dieser Übersicht geht ohne weiteres hervor, daß Zerteilung des Blattes und der Ranke in keinem morphologischen Verhältnis zueinander stehen.

II. Der Pollen.

Vom Pollen sagt SCHUMANN in den Natürl. Pflanzenfamilien IV. 3b (1894) S. 205: „Die Pollenkörner sind völlig gleichförmig beschaffen, sie sind kugelförmig und werden von 3 Meridionalfalten durchlaufen, in denen die kreisförmigen Poren gefunden werden; die Exine ist nur äußerst feinwarzig sculpturiert.“ Ein Blick auf die beigefügte Tafel XXI zeigt, wie verschiedenartig die Ausgestaltung der Pollenkörner bei den Bignoniaceen in Wirklichkeit ist.

Es wurden untersucht: von jeder zugänglichen Gattung mindestens eine Art, von Gattungen, die in der Ausbildung der Ranken oder in ihren sonstigen Charakteren auffällig abweichende Arten enthielten, auch diese, ferner sämtliche Arten von Gattungen mit vielfurchigem oder Tetradenpollen und endlich einige andere größere Gattungen in ihren sämtlichen Arten. Die Antheren weichte ich in heißem Wasser auf und setzte dem entnommenen Pollen Chloralhydrat zu. In den allermeisten Fällen ist dann die Beobachtung sehr leicht; nur bei einigen wenigen Gattungen bedarf es einer größeren Übung und Geduld, die Spalten aufzufinden. Bei manchen Arten mit glatter Exine darf man sich aber nicht durch den gekörnten durchschimmernden Inhalt des Kornes täuschen lassen, z. B. bei *Jacaranda*; entleerte Körner, die sich öfter im Präparate vorfinden oder durch Druck auf das Deckglas sich leicht herstellen lassen, zeigen hier die wahre Struktur der Oberfläche. Wie wir sehen werden, hat aber die Frage, ob glatt oder gekörnelt, keine sonderliche, wenigstens keine generische Bedeutung.

A. Pollenkörner einfach (Fig. 1—13).

a) Pollenkörner furchenlos, in Wasser und wahrscheinlich auch im frischen Zustande meist rund (Fig. 1—6). Die Exine ist entweder mit einem etwas hervortretenden Netzwerk von gleich großen oder ungleich großen Maschen versehen, deren Wände häufig geschlängelt sind und bisweilen kugelige in das Lumen der Maschen hervortretende Auswüchse zeigen (Fig. 3) und zwar bald mit größeren Maschen (15—25 auf der Halbkugel), bald mit mittelgroßen Maschen (ca. 50 auf der Halbkugel), bald mit sehr kleinen und sehr zahlreichen Maschen (Fig. 2), oder sie ist, was selten vorkommt, nur granuliert oder punktiert (Fig. 1).

Die Maschen schließen entweder dicht aneinander oder sind bisweilen durch unregelmäßige kleinere oder größere glatte Zwischenräume unterbrochen (Fig. 4) oder (bei 2a, 18, unter 32, 38, bei 63, 71) in regelmäßige durch glatte schmale Zwischenräume getrennte Felder vereinigt (Fig. 5–6). Hierher gehören von den Bignonieae: 2. *Adenocalymma*, 2a. *Chodanthus*. 3. *Anemopaegma*, 4. *Distictis* (*Macrodiscus*), 5. *Clytostoma*, 8. *Anisostichus* (*Doxantha*), 9. *Pithecoctenium*, 9a. *Neves-Armondia*, 11. *Distictella* (*Distictis* Bur.) (Fig. 3), 11a. *Wunschmannia*, 14. *Macranthisiphon* (Fig. 4), 15. *Phaedranthus*, 16. *Nycticalos*, 18. *Mansoa*, 32. *Cydista* (Fig. 2), 34. *Phryganoscidia*, 38. *Memora*, 39. *Millingtonia*, 45. *Neojobertia*, — von den Tecomeae: 63. *Sparattosperma* (Fig. 5), 71. *Delostoma*, (Fig. 6), — von den Crescentieae: 87. *Amphitecna* (Fig. 1), 91. *Enallagma*, 93. *Crescentia*, 93a. *Neotuerckheimia*.

b) Pollenkörner mit Längsfurchen versehen, im frischen Zustande wahrscheinlich meist oval oder elliptisch, im Wasser fast immer aufrecht gestellt, so daß die Pole oben und unten liegen, die Furchen senkrecht zur Unterlage verlaufen und der Umriß (Äquator) kreisförmig oder sehr stumpf dreikantig erscheint (Fig. 7—13). Es wechseln dann die glatten oder meist mehr oder weniger skulpturirten mit der Exine versehenen Platten, die an den Polen vereinigt bleiben, mit ebensovielen gewöhnlich schmäleren, vollständig glatten, weil nur von der Intine bekleideten Segmenten ab. Die letzteren haben sich beim Anfeuchten aus den Furchen hervorgewölbt, die Exine durchbrochen und entleeren den Inhalt (ob immer?) durch je einen Porus im Äquator. Es scheint aber, als ob bei einigen Gattungen, die an aufgeweichten Körnern besonders schmale Furchen zeigen, wie bei *Argylia*, *Incarvillea*, *Amphicome*, *Dolichandrone*, *Parmentiera*, in der Exine von vornherein Spalten vorhanden sind. Das wäre natürlich ein sehr wichtiger Unterschied und würde Veranlassung zur Aufstellung von Pollenuntergruppen geben. Allein dies mit Sicherheit an Herbarmaterial festzustellen, ist unmöglich, da zur Aufhellung der Körner Aufweichen und Zusatz von Chloralhydrat nicht entbehrt werden kann. Wie dies, so wäre auch die Form des Pollens in frischem Zustande festzustellen; denn außer den ovalen und elliptischen scheinen auch kugelige, ja sphäroide und dick linsenförmige Körner vorzukommen.

α) Pollenkörner mit 3 Längsfurchen (Fig. 7, 8). Hierher von den Bignonieae: 1. *Arrabidaea*, 1a. *Petastoma*, 7. *Martinella* (Fig. 8), 12. *Paragonia*, 13. *Tanaecium*, 17. *Tynnanthus* (Fig. 7), 19. *Setilobus*, 21. *Cremastus*, 22. *Stizophyllum*, 23. *Fridericia*, 25. *Callichlamys*, 27. *Pyrostegia*, 28. *Haussmannia*, 33. *Lundia*, 35b. *Xylophragma*, 36. *Oroxylum*, 38a. *Nestoria*, 40. *Pleonotoma*, 41. *Doxantha* (*Bignonia* aut.), 42. *Macfadyena*, 43. *Neomacfadya*, 44. *Melloa*, 45a. *Paradolichandra*, — von den Tecomeae: 37. *Perianthomega*, 46. *Parabignonia*, 47. *Dolichandra*, 48. *Tecomaria*, 49. *Campsis*, 50. *Campsidium*, 51. *Pandorea*, 51a. *Podranea*, 57. *Rhigozum*, 58. *Catophractes*, 59. *Digomphia*, 60. *Jacaranda*, 64. *Diplanthera*, 65. *Astianthus*, 65. *Godmania*, 67. und 68. *Tabebuia* (incl. *Tecoma* aut.), 69. *Couralia*, 72. *Zeyhera*, 73. *Cybistax*, 74. *Tecoma* (*Stenolobium* Seem.), 75. *Dolichandrone*, 76. *Spathodea*, 77. *Newbouldia*, 78. *Markhamia*, 79. *Stereospermum*, 80. *Radermachera*, 81. *Fernandia*, 82. *Heterophragma*, 83. *Kigelianthe*, 84. *Pajanelia*, 85. *Mayodendron*, — von den Eccremocarpeae: 86. *Eccremocarpus*, — von den Crescentieae: 88. *Zaa*, 92. *Parmentiera*, 94. *Colea*, 95. *Kigelia*, 98. *Phyllarthron*, 99. *Schlegelia*, — von den Tourrettieae: 100. *Tourrettia*.

β) Pollenkörner mit 3—5 Längsfurchen. Hierher von den Bignonieae: 27. *Pyrostegia venusta* (3—4) (Fig. 9), — von den Tecomeae: 75. *Dolichandrone filiformis* (3—4), *D. crispa* (meist 4), *D. heterophylla* (4—5) (Fig.. 10).

γ) Pollenkörner mit 5—10 Längsfurchen. Hierher von den Bignonieae: 3a. *Pseudopaegma*, 10. *Haplolophium*, 20. *Amphilophium* (Fig. 13), 26. *Glaziova*, — von den Tecomeae: 54. *Argylia* (Fig. 12), 55. *Incarvillea* (Fig. 11), 56. *Amphicome*.

δ) Pollenkörner mit 12 Längsfurchen. Hierher von den Bignonieae: 32a. *Roentgenia*.

c) Pollenkörner mit 6 Furchen, die der Lage nach den Kanten eines Tetraëders entsprechen, nur beobachtet bei der Bignoniee *Mansoa truncata*.

B. Pollenkörner stets zu vieren in Tetraden fest miteinander vereinigt (Fig. 14—18), zu zwei und zwei sich kreuzend und mit dem Rücken aneinander geheftet, furchen- und porenlos; selten liegen die Tetraden in größeren Paketen zusammen. Hierher von den Bignonieae: 6. *Cuspidaria*, 35. *Saldanhaea* (Fig. 15—16), — von den Tecomeae: 61. *Chilopsis* (Fig. 14), 62. *Catalpa* (Fig. 17—18).

Von folgenden Gattungen stand mir kein Material zur Verfügung: 24. *Sanhilaria*, 29. *Paramansoa*. 30. *Massatia*, 31. *Levya*, 46a. *Odontotecoma*, 52. *Tecomanthe*, 53. *Perichlaena*, 70. *Tecomella*, 89. *Paracolea*, 90. *Phylloctenium*, 96. *Rhodocolea*. 97. *Siphocolea*.

Bezüglich der systematischen Verwertung der Verschiedenheiten im Bau des Pollens war die nächstliegende Frage die nach der Konstanz bei den einzelnen Arten einer Gattung. Wie schon aus der Analogie mit anderen Familien zu vermuten war, deren Pollenstruktur nach dieser Richtung hin genau untersucht worden ist, wie bei den Acanthaceen und Gentianaceen, stehen die Pollenformen im intimsten Zusammenhange mit den anderweitigen morphologischen Charakteren von Ranken, Blüten und, wo solche vorhanden sind, auch der Früchte. So haben alle *Catalpa*-Arten, mögen sie in Nordamerika oder in Westindien, in China oder Japan vorkommen, immer Tetradenpollen, die zahlreichen *Arrabidaea* 3-furchigen, die *Incarvillea* vielfurchigen, die *Distictella* furchenlosen Pollen. Wenn tiefgreifende Unterschiede im Pollen bei den von SCHUMANN in eine Gattung vereinigten Arten vorhanden waren, zeigte es sich, daß die vom Gattungstypus abweichende Pollenform solchen Arten angehörte, die auch wegen anderer wichtiger Merkmale auszuscheiden waren. Beispiele bieten Arten von *Adenocalymma*, *Saldanhaea*, *Pleonotoma* und andere, worüber im dritten Abschnitte das nähere mitgeteilt ist. Es wird deshalb in der Zukunft notwendig sein, bei irgendwelchen neuen Arten, deren Gattungszugehörigkeit nicht außer Zweifel steht, die Untersuchung des Pollens vorzunehmen.

Auch die sicher zu derselben Gattung gehörigen Arten zeigen oft gewisse Unterschiede im Pollen. Diese erstrecken sich aber niemals auf die typische Form, sondern nur auf die Skulptur der Oberfläche: glatt oder gekörnelt, gekörnelt oder kleinnetzig, netzig mit kleineren oder größeren und dann weniger zahlreichen Maschen, bei *Catalpa* granuliert, feinmaschig oder mit beulenartigen Vorwölbungen, bei den Gattungen mit gefeldertem Pollen auf die Zahl und Größe der kleinnetzigen Felder, bei denen mit vielfurchigem auf die Zahl der Furchen innerhalb engster Grenzen und ebenso bei den wenigfurchigen, aber hier nur bei *Pyrostegia venusta* (3—4) und bei *Dolichandrone* (3—5).

Ebenso wichtig ist die Erörterung der Frage, ob die Pollenstruktur dem ganzen System der Bignoniaceen als Haupteinteilungsprinzip zugrunde gelegt werden soll, wie es bei den beiden genannten Familien der Acanthaceen und Gentianaceen von LINDAU und GILG geschehen ist. Bis jetzt wird die Familie nach der Fächerung des Ovariums sowie nach der Art des Aufspringens bzw.

der Indehiscenz der Früchte in fünf gut charakterisierte Tribus eingeteilt. Aus der vorstehenden Übersicht ist nun ersichtlich, daß die erste Hauptpollenform in drei der Tribus, die zweite in allen fünf, die dritte in zweien wiederkehrt. Wenn man statt der aus Ovarium und Frucht entnommenen Merkmale den Pollen heranziehen wollte, so würden Gattungen in dieselbe Tribus zusammengebracht werden, die keine nähere Verwandtschaft mit einander aufzuweisen hätten. Dies erhellt am besten aus den letzten kleineren Abteilungen in der Pollenübersicht. So bilden die mit zahlreichen Längsfurchen an den Pollenkörnern ausgestatteten Gattungen *Haplolophium, Amphilophium* und *Glaziova*, die von SCHUMANN als Nr. 10, 20 und 26 im Gegensatz zu den früheren Autoren auseinander gerissen sind, unter den Bignonieen eine natürliche, durch die eigenartige Ausbildung des Kelches wohl charakterisierte Gruppe, haben aber sonst keine näheren Beziehungen zu den Tecomeen *Argylia, Incarvillea* und *Amphicome*, welche ihrerseits als Stauden mit spiralig gestellten Blättern wieder eine Sonderstellung einnehmen. Ebenso fehlen alle näheren verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Bignonieen *Cuspidaria* und *Saldanhaea* einerseits und den Tecomeen *Chilopsis* und *Catalpa* andererseits, trotzdem alle vier Gattungen Tetradenpollen besitzen. Ich möchte daher dem künftigen Monographen empfehlen, neben den sonstigen Charakteren, besonders der Frucht, den Bau des Pollens nur zur Aufstellung kleinerer Verwandtschaftskreise innerhalb der beizubehaltenden fünf großen Tribus zu verwenden. Jedenfalls wird aber die Anordnung der Gattungen in den Tribus eine ganz andere werden, als sie SCHUMANN in den Natürl. Pflanzenfamilien gegeben hat; darauf deutet schon die Nummernfolge in der Übersicht über die Pollenformen hin.

Noch möchte ich auf ein Merkmal aufmerksam machen, welches, wie es scheint, in der Literatur nur von P. DE CANDOLLE für *Adenocalymma foveolatum* (*Pachyptera foveolata* P. DC.) erwähnt wurde. An den Knoten der Zweige (und bei der genannten Art auch am Blattstiel neben dem Abgange der Petioluli) findet sich bei mehreren Gattungen bzw. Arten ein Feld von zahlreichen eingesenkten Drüsen, so bei *Adenocalymma elegans. A. Sagotii, Anemopaegma tobagense, Cydista sarmentosa,* den ächten *Saldanhaea-* und *Xylophragma-*Arten, *Paradolichandra Chodati.* Ob das Vorkommen solcher Drüsenfelder nur spezifische Bedeutung hat oder auch zur Abgrenzung der Gattungen dienen kann, wird die Zukunft entscheiden müssen.

III. Erläuterungen und Folgerungen.

In den beiden vorigen Abschnitten ist hervorgehoben, daß die Ausbildung von Ranken und Pollen bei den Bignoniaceen mit anderen wichtigen Merkmalen Hand in Hand geht und daher eine hervorragende systematische Bedeutung besitzt. Dies soll noch an verschiedenen Beispielen nachgewiesen werden. Auch wird es denjenigen, welche sich mit dieser Familie beschäftigen, willkommen sein, in der folgenden Übersicht über die Gattungen, für deren feste Begründung in jedem einzelnen Falle ich übrigens keine Verantwortung übernehmen will, genauere Angaben über Ranken und Pollen und ebenso über die auszuschließenden Arten, soweit ich sie untersucht habe, zu erhalten. Was die letzteren betrifft, so konnte beim Mangel an Früchten leider nur in wenigen Fällen festgestellt werden, bei welchen Gattungen sie einzuordnen sind. Das mag der künftige Monograph ausführen, der über vollkommeneres Material verfügt. Diesem empfehle ich auch, wenn er die Nachprüfung des Pollens vornimmt, immer diejenige Art in erster Linie zu berücksichtigen, die bei der Aufstellung der Gattung als Typus gedient hat; mir standen nur wenige derartige Originalien zur Verfügung.

1. *Arrabidaea* P. DC. Ranken einfach; nur an einem Exemplar von *A. subincana* (Mart.) P. DC. von SCHENCK n. 1580 waren die Spitzen in kleine Haftscheiben verbreitert. Pollen bei den etwa 12 untersuchten Arten, auch bei der aufrecht-strauchigen *A. dispar* Bur., bei der mit biternaten Blättern versehenen *A. inaequalis* (P. DC.) Baill. und bei der von P. DE CANDOLLE mit Unrecht zu *Cuspidaria* gezogenen *A. pulchella* (Cham.) Bur., dreifurchig, punktiert oder fein granuliert. — Die *A. xanthophylla* (P. DC.) Bur. et K. Schum. hat zwar gleichen Pollen, aber dreiteilige Ranken und ist sicher aus der Gattung zu entfernen; vgl. darüber SCHUMANN in Mart. Fl. Bras. VIII. II. p. 70 obs. — *Bignonia corymbifera* Vahl, die ebenfalls 3-furchigen sehr fein punktierten Pollen besitzt, kann nach der Knospe zu urteilen, die mir Herr Dr. OSTENFELD vom Originalexemplar schickte, die *Arrabidaea corymbosa* Bur. ap. Schum. l. c. p. 36 tab. 72 nicht sein, da letztere kahle lange Antheren besitzt, während die kurzen Antheren der VAHL'schen Pflanze sehr dicht mit kurzen abstehenden Gliederhaaren bekleidet sind.

1a. *Petastoma* Miers. Ranken ungeteilt. Pollen 3-furchig mit Poren in der Mitte der Furchen und fein oder kaum merklich punktierter Exine.

2. *Adenocalymma* Mart. Ranken (bei mehreren Arten nicht gesehen) einfach, auch bei *A. marginatum* P. DC., dem SCHUMANN

mit Unrecht Cirrhi trifurcati zuschreibt. Pollen (von BUREAU Mon. Bign. p. 183 bereits für *A. nitidum* Mart. beschrieben) kugelig furchenlos, Exine mit fein- oder sehr feinmaschigem Netzwerk, die Maschen sind oft durch unregelmäßige glatte Stellen unterbrochen. — *A. laevigatum* Bur. et K. Sch. besitzt dagegen dreispaltige Ranken, deren Äste bisweilen in Haftscheiben auslaufen, und sphaeroide 3-furchige (sehr feinmaschige) Pollenkörner; sie ist deshalb aus der Gattung zu entfernen. Die Ovula sind nicht, wie SCHUMANN angibt, subuniseriatim, sondern laxe biseriatim im Fache angeheftet. — Auch *A. foveolatum* Bur. (*Pachyptera foveolata* P. DC.; Bur. Mon. tab. 4) muß ausscheiden; es hat nicht nur eine sehr abweichende Corolle und behaarte bogig gekrümmte Antheren, sondern auch 3-furchigen (sehr feinmaschigen) Pollen. — *A. splendens* Bur. et K. Schum. stellt den Typus der folgenden Gattung dar.

2a. *Chodanthus* Hassl. Zu den schon von SCHUMANN angeführten Merkmalen (Cirrhi trifurcati, calyx eglandulosus und ovula pro loculo quadriseriatim affixa) und der von HASSLER gegebenen Beschreibung der Frucht tritt noch ein wichtiger Unterschied im Pollen. Dieser hat ebenfalls furchenlose Körner; allein das feine Netzwerk ist auf etwa 7—9 pentagonale, durch glatte gerade Zwischenräume von einander getrennte Felder verteilt. Den künftigen Monographen möchte ich übrigens auf die sehr nahe Verwandtschaft dieser Gattung mit *Mansoa* aufmerksam machen.

3. *Anemopaegma* Mart. mit bald ungeteilten, bald 3-gabeligen Ranken. Einfach sind die Ranken bei *A. brevipes* Sp. Moore, *laeve* A. DC., *velutinum* Mart., *grandiflorum* Sprague, 3-gabelig bei *A. Hilarianum* Bur. et K. Schum., *nigrescens* Bur. et K. Schum., *pachyphyllum* Bur. et K. Schum., *lanceolatum* (P. DC.) Bur., einfach oder 3-gabelig, bisweilen an demselben Exemplare, bei dem sehr polymorphen *A. Chamberlaynii* (Sims) Bur. et K. Schum. Der Pollen ist kugelig, furchenlos und netzig mit mittelgroßen Maschen, bisweilen, z. B. bei *A. glaucum* Mart., mit recht großen, bei *A. mirandum* (Cham.) P. DC., dem Typus der Gattung, mit kleinen oder schmalen glatten Zwischenräumen im Netzwerk. — Auszuschließen sind das schon durch seinen Kelch auffallende *A. jucundum* (Miers) Bur. et K. Schum., das 5—6-furchigen Pollen besitzt (vgl. unter 3a) und *A. tobagense* Urb. mit 3-furchigem Pollen und je einem Porus in der Mitte der Furchen. Letzteres hatte ich anfänglich als neue Gattung beschrieben, die Beschreibung aber beim Mangel greifbarer Unterschiede aus der Druckerei wieder zurückgezogen (daher ist es in der Reihenfolge der Gattungen am falschen Orte

stehen geblieben), und die Gattungscharaktere dann der Artbeschreibung eingefügt (in Fedde Rep. XIV 1916 p. 311); ich hatte zwar den Pollen untersucht, kannte aber damals noch nicht die tiefgreifenden Gegensätze in demselben. Auch heute wüßte ich es keiner Gattung mit Sicherheit einzureihen; vielleicht wird es sich doch, wenn die Früchte bekannt werden, als neues Genus herausstellen; darauf scheint die eigenartige Struktur des Ovariums hinzudeuten. — Auch *A. brachycalyx* Bur. et K. Schum. gehört nicht hierher, da es dreifurchigen (netzigen) Pollen besitzt; schon SCHUMANN l. c. p. 146 machte auf anderweitige wichtige Abweichungen bei dieser Art aufmerksam. — Dagegen hat *A. nigrescens* Bur. et K. Schum., das SCHUMANN l. c. p. 126 als vielleicht auszuschließen bezeichnet, runden furchenlosen Pollen mit ziemlich großen Maschen im Netzwerk.

3a. **Pseudopaegma** Urb. (nov. genus). Calyx subtubuloso-campanulatus v. cupuliformis, membranaceus, superne 5-costatus, eglandulosus, brevissime v. obsolete pilosus et sparsim lepidotus, integer v. raro unilateraliter fissus, costis in fila ad basin versus dilatata excurrentibus. Corolla membranacea, extrinsecus superne glandulis minutis v. majoribus adspersa, caeterum glabra, intus ad staminum insertionem pilis articulatis capituliferis pubescens; tubus in parte quarta v. tertia inferiore cylindraceus, deinde subsubito ampliatus; lobi in aestivatione imbricati, tubo 2—3-plo breviores subinaequales. Stamina tubo corollino sub $^1/_3$ ejus altitudine affixa, praeter basin pubescentem glabra, inclusa; antherarum loculi divaricati oblongi obsolete arcuati glabri, connectivo supra loculos non producto; pollinis granula sphaeroidea subirregulariter 5—6-sulcata, exine reticulata, areolis mediocribus v. parvis; staminodium breve anantherum. Discus crassus, breviter conicus in ovarii basin attenuatus. Ovarium disco insidens, ovato-oblongum, basi attenuatum, convexum non sulcatum nec carinatum, minute lepidotum, posterius scabriusculum; ovula in quoque loculo 4-seriata, in seriebus mediis 5—6, in lateralibus paucioribus; stylus glaber, basi postremo articulatus, stigmatibus ovato-lanceolatis. Capsula ignota. — Frutices scandentes, glabri v. breviter patenti-pilosi, ramis teretibus striatis. Folia bifoliolata; cirrhus elongatus, apice trifidus, ramis inaequilongis; foliola ovata v. ovato-elliptica, integra, e basi v. perpaullo supra basin 3—5-nervia, caeterum penninervia, chartacea v. subcoriacea, plus minus impresso-punctata, punctis minutis interdum pellucidis; phylla stipulas simulantia parva subulata. Inflorescentiae terminales et laterales corymbosae, ramis cymosis; bracteae et bracteolae lineares v. subulatae perparvae persistentes;

pedicelli bicentimetrales v. breviores. Flores flavi. — Species 2 Guianam et Brasiliam septentrionalem inhabitantes.

Obs. Genus ab *Anemopaegmate*, cui cl. SCHUMANN species cum duabus aliis valde alienis sub titulo sectionis *Pseudopaegma* attribuit, calyce et pollinis granulis facile distinguitur; cum generibus polline plurisulcato gaudentibus nulla adest affinitas.

Pseudopaegma jucundum (Bur. et K. Schum.) Urb. — *Petastoma jucundum* Miers in Proc. Roy. Hort. Soc. III (1863), p. 195 (nomen). — *Anemopaegma jucundum* Bur. et. K. Schum.! in MART. Flor. Bras. VIII. II (1896) p. 144. — *Setilobus subcorymbosus* Kränzlin! in Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin VI (1915), p. 375. — *S. Boae Vistae* Kränzlin! l. c., p. 376.

Hab. in Guiana anglica: R. SCHOMBURGK n. 877; ad Orinoco: Ayres; in Brasilia sept. ad Rio Branco prope Boa Vista, m. Oct. flor.: ULE n. 7577, ibidem ad Surumu in declivibus Serra de Mairary, 400 m. alt., m. Nov. flor.: ULE n. 8461.

Pseudopaegma longidens (P. DC.) Urb. — *Anemopaegma longidens* P. DC ! Prodr. IX (1845), p. 190; Schum. in MART. Flor. Bras. VIII. II, p. 143.

Hab. in Brasiliae civitate Pará in sylvis secus flumen Amazonas: MARTIUS.

4. *Distictis* Mart. (*Macrodiscus* Bur.; vgl. URB. in FEDDE Rep. XIV, p. 310). Von dieser Gattung sagt SCHUMANN, daß sie mit einfachen Ranken klettere. Das wahre Verhalten ist folgendes: Die Zweige sind bei *D. lactiflora* (Vahl) P. DC. dimorph, die Blätter immer bifoliolat, indem das Endblättchen entweder fehlt oder in eine Ranke verwandelt ist. Die jüngeren Zweige tragen sehr kurzgestielte Blätter, kleine kaum über einen Zentimeter lange Blättchen und einfache oder 2—3-teilige Ranken, die meist kürzer sind als die Blättchen und immer in mehr oder weniger große Haftscheiben auslaufen. Die Ranken sind meist etwas gewunden und können sich auch um dünne Stützen schlingen; die Dreiteiligkeit kommt oft dadurch zustande, daß der eine Ast einer dichotomen Ranke sich noch einmal gabelt. Adventivwurzeln habe ich bei dieser Gattung im Gegensatz zu *Doxantha unguis cati* nie bemerkt; das Anheften an die Unterlage scheint also nur durch die Haftscheiben vor sich zu geben. An den blütentragenden Zweigen sind die Blätter länger gestielt, die Blättchen größer, die Ranken verlängert, 2—3-gabelig und sich um Stützen windend, aber auch hier an der Spitze immer in kleine oder große Haftscheiben verbreitert. Bei *D. gnaphalantha* (A. Rich.) Urb. fand ich an den jüngeren Zweigen die Ranken einfach, an den blütentragenden 3-gabelig (gewöhnlich

mit einem längeren und zwei kürzeren unter sich gleich langen Ästen); sonst verhält sich die Art auch rücksichtlich des Fehlens der Adventivwurzeln wie die vorige. — Der Pollen ist kugelig, furchenlos mit netziger Exine mit mehr oder weniger großen Lücken zwischen den Maschen. Bei der ersten Art finden sich 40—50 Maschen auf der Halbkugel, bei der zweiten 30—40 entsprechend größere.

5. *Clytostoma* Bur. Ranken unverzweigt. Pollen kugelig, furchenlos, feinnetzig; beim Typus der Gattung, *Cl. callistegioides* (Cham.) Bur., treten die Maschen im Wasser so stark hervor, daß die Körner am Rande bei sehr starker Vergrößerung wie mit Papillen bedeckt erscheinen; bei *Cl. costatum* Bur. et K. Schum. sind die Maschen größer und erheben sich weniger über die Oberfläche. *Cl. decorum* Bur. et K. Schum. (*Anemopaegma decorum* Sp. Moore) hat ebenfalls furchenlosen kleinnetzigen Pollen mit recht großen unregelmäßigen glatten Zwischenräumen im Netzwerk, gehört deshalb nicht zu *Arrabidaea*, wohin sie HASSLER unter Aufstellung einer neuen Sektion übergeführt hat (in FEDDE Rep. IX, p. 49). Der Pollen des Originals (SP. MOORE n. 980) stimmt mit dem von FIEBRIG n. 4814 genau überein. — *Cl. pterocalyx* Sprague (Columbien: SMITH n. 2401) ist, wie schon der Name andeutet, unter allen Bignoniaceen dadurch ausgezeichnet, daß die Kelchnerven in der Mitte des Kelches in Flügel ausgezogen sind. Auch die Ranke ist ganz eigenartig. Auf den ersten Blick scheint sie die immer einfachen Blätter zu vertreten, hat aber in der Höhe, in welcher sonst am Petiolus die Lamina abgeht, einseitig zwei Narben, die der Sitz zweier kleiner abgefallener Foliola gewesen sein müssen. Die Spitze ist leider an der einzigen Ranke unseres Exemplars abgebrochen; unter derselben befindet sich ein sehr kurzer, kaum $^1/_2$ mm langer, ganz zurückgekrümmter Zahn. Die Art besitzt sonst alle Merkmale der Gattung *Clytostoma*: einfache Blätter, wenige langgestielte Blüten, wenig entwickelten Diskus, warziges Ovar und furchenlosen kleinnetzigen Pollen.

6. *Cuspidaria* P. DC. mit einfachen Ranken. Der Typus der Gattung, *Bignonia pterocarpa* Cham., hat glatten Tetradenpollen. — Zu diesem Genus zog P. DE CANDOLLE noch 9 andere Arten, die jetzt verschiedenen anderen Gattungen eingeordnet sind, mit Ausnahme der von SCHUMANN beibehaltenen *C. multiflora* P. DC. Zwei weitere Arten hat der sonst so vorsichtige Kenner der Familie BUREAU zu *Cuspidaria* übergeführt: *C. hibiscifolia* (Cham.) Bur. und *C. erubescens* (P. DC.) Bur. Alle drei Arten sind aber wieder auszuschließen. Von anderen tiefgreifenden Charakteren abgesehen, mag nur darauf hingewiesen werden, daß *C. pterocarpa* knieförmig

gebogene, behaarte Antherenfächer besitzt, während die Antheren der drei anderen Arten gerade und kahl sind. Dazu kommen die Unterschiede im Pollen. *C. multiflora* mit einfachem kugeligen furchenlosen Pollen, dessen Netzwerk aus mittelgroßen Maschen besteht, *C. hibiscifolia* und *C. erubescens* mit dreifurchigem punktierten oder granulierten Pollen. In der Gattung im Sinne von SCHUMANN wären also bei den 4 Arten alle 3 Hauptpollenformen vertreten. — Mit *C. pterocarpa* wird von BAILLON in Hist. Plant. X, p. 29, Obs. 3, *Bignonia corymbifera* Vahl identifiziert; allein mit Unrecht. Beide Arten haben behaarte Antheren; bei *C. pterocarpa* sind die Haare zugespitzt und einfach oder einmal quergeteilt, die Antherenfächer unter der Mitte knieförmig gebrochen; die VAHLsche Art besitzt dagegen an der fast geraden Antherenhälfte sehr stumpfe, 2—3-zellige papillenartige Gliederhaare, die an den Querwänden mehr oder weniger stark eingeschnürt sind; außerdem hat letztere Art einfachen dreifurchigen, fast glatten Pollen (vgl. auch unter Nr. 1). — Die von KRÄNZLIN im Notizbl. Bot. Gart. Berlin VI (1915) p. 376, beschriebene *C. mollis* hat 3-furchigen Pollen und gehört zu dem Formenkreise von *Petastoma samydoides* (Cham.) Miers.

7. *Martinella obovata* (H. B. K.) Bur. et K. Schum. mit dreigabeligen Ranken, deren Äste gewöhnlich ungleich dick sind; der 2—3-mal dickere führt die Umklammerung aus, während die dünneren abstehen. Bisweilen kommen auch nur zwei Zinken an der Ranke vor. Der Pollen (Fig. 8) ist im Wasser stumpf dreikantig mit mittelgroßen Maschen im Netzwerk der Exine.

8. *Anisostichus* Bur. (*Doxantha* Miers p. p.). Die einzige nordamerikanische Art hat dreimal dreigabelige Ranken, so daß 27 Äste entstehen können. Gewöhnlich ist aber die Ausbildung besonders der primären Seitenäste schwächer, so daß nur 9 + 5 + 5 oder gar nur 3 + 2 + 2 Endigungen zustande kommen. Die Spitzen der Äste sind häufig zu Haftscheiben verbreitert. Die kugeligen furchenlosen Pollenkörner haben auf der Exine ein ziemlich feinmaschiges Netzwerk mit unregelmäßigen kleinen Lücken zwischen den Maschen.

9. *Pithecoctenium* Mart. Die Ausbildung der Ranken ist bei dieser Gattung im Gegensatz zu SCHUMANNs Angabe, der sie in den Nat. Pflanzenfam., S. 218, als 3-spaltig bezeichnet, eine recht mannigfaltige. Solche 3-gabeligen Ranken fand ich nur bei *P. cynanchoides* P. DC. und *P. muricatum* P. DC., 2-gabelige bei *P. cinereum* P. DC. Bei anderen Arten: z. B. *P. botryoides* (Cham.) P. DC. sind die Ranken zweimal gegabelt, aber gewöhnlich so, daß der eine Ast trifurcat, die beiden anderen

2-gabelig oder unverzweigt sind. *P. vitalba* (Cham.) P. DC., *P. echinatum* (Jacq.) K. Schum. und *P. hexagonum* P. DC. haben bald einmal 3-spaltige, bald zweimal geteilte Ranken, *P. dolichoides* (Cham.) K. Schum. zweimal oder dreimal 3-gabelige Ranken. Bei mehreren Arten sind die Spitzen gelegentlich in Haftscheiben verbreitert. — Der Pollen ist kugelig, furchenlos mit ziemlich großmaschigem Adernetz auf der Exine. — Das von SCHUMANN beanstandete *P. stipulare* Mart., das schon BUREAU nach einer Note im Berliner Museum aus der Gattung ausschließen wollte, hat furchenlosen, feinmaschigen Pollen mit ziemlich großen Lücken im Netzwerk.

9a. *Neves-Armondia cordifolia* (Mart.) K. Schum. besitzt 3-gabelige Ranken und kugeligen, furchenlosen Pollen, dessen dicht aneinander schließendes Adernetz mittelgroße Maschen aufweist.

10. *Haplolophium bracteatum* Cham. hat immer 3-gabelige Ranken (Haftscheiben habe ich nicht beobachtet) und kleinmaschigen Pollen mit 9—10 Furchen. — Das von SCHENCK Lianen I, p. 192, Taf. II, Fig. 14a—c beschriebene und abgebildete sterile *Haplolophium* (von S. Catharina n. 169, 627, 952) mit 1—3-teiligen, gewöhnlich in Haftscheiben auslaufenden Ranken gehört nicht hierher, da seine Zweige verzweigte Haare besitzen, während die Zweige von *H. bracteatum* mit Schüppchen bedeckt sind; es steht wohl zweifellos der Gattung *Glaziova* nahe.

11. *Distictella* O. Ktze. (*Distictis* Bur., non Mart.) mit 3-gabeligen Ranken, deren Äste bei einigen wenigen Arten, z. B. *D. Broadwayana* Urb., öfter in Haftscheiben ausgehen. Der Pollen (Fig. 3) ist kugelig, furchenlos und großmaschig; die Wände der Maschen senden zahlreiche meist rundliche Auswüchse in die Areolae. — *Distictis Glaziovii* Bur. et K. Schum., das BUREAU zuerst zu *Pithecoctenium* gezogen hatte, gehört weder zu der einen noch zu der anderen Gattung. Sie hat sehr kurze 3-teilige, in Haftscheiben ausgehende Ranken, netzigen Pollen mit 7—8 Furchen und stellt eine zweite Art von *Glaziova* oder ein neues ihr ganz nahe verwandtes Genus dar. — *Distictis Rovirosana* J. D. Smith hat 3-furchigen glatten Pollen, auch einen recht abweichenden Kelch und ist deshalb aus der Gattung zu entfernen.

11a. *Wunschmannia* Urb. mit 3-gabeligen Ranken und kugeligen, furchenlosen großmaschigen Pollen.

12. *Paragonia pyramidata* (L. Cl. Rich.) Bur. hat 2-spitzige Ranken (nicht einfache, wie SCHUMANN angibt), deren Äste sehr kurz (0,5—5 mm lang), sehr ungleich und an der Spitze hakig sind. An diesen Rankenspitzen, deren Ausbildung von allen

Autoren übersehen wurde, ist die Art unter allen Bignoniaceen sofort zu erkennen. Der Pollen ist 3-furchig und feinnetzig. — Daß selbst anerkannte Kenner der Familie sich über die Zugehörigkeit von Blüten- und Fruchtexemplaren täuschen können, davon liefert SPRAGUE's Abbildung in Hook. Ic. IV ser. vol. VIII tab. 2771 und 2772 ein Beispiel. Das auf letzterer Tafel abgebildete Fruchtexemplar gehört sicher zu einer anderen Gattung; die echte *P. pyramidata* hat nach den zweifellos hergehörigen Exemplaren von BROADWAY n. 4576 (aus Tobago) stark convexe Früchte ohne jede Andeutung eines Mittelnervs, während das abgebildete Exemplar eine flache Frucht mit stark hervortretender Mittelrippe aufweist; die Rauheit der Oberfläche ist beiden gemeinsam. — *P. Schumanniana* Loesener hat ähnlichen Pollen, aber einfache Ranken (und einen ganz anderen Kelch usw.) und ist aus der Gattung zu entfernen.

13. *Tanaecium* Sw. Ich sah nur die Ranken von *T. crucigerum* (L.) Seem., die ungeteilt sind. Der Pollen ist dreifurchig mit feinmaschigem Netzwerk.

14. *Macranthisiphon longiflorus* (Cav.) K. Schum. Ranken ungeteilt. Pollen (Fig. 4) kugelig, furchenlos, mit ungleich großen Lücken im feinmaschigen Netzwerk.

15. *Phaedranthus buccinatorius* (P. DC.) Miers. Ranken zunächst 3-teilig, selten 2-teilig, einer (sehr selten zwei) der Äste häufig wiederum ungleich 3-spaltig, selten 2-spaltig; Spitzen sehr kurz und schwach hakig, bisweilen in Haftscheiben verbreitert. Pollen kugelig, furchenlos mit großmaschigem Netze; Wände der Maschen mit kugeligen Auswüchsen.

16. *Nycticalos* Teysm. et Binn. Keine Ranken beobachtet. Pollen rund, furchenlos mit großmaschigem Netzwerk.

17. *Tynnanthus* Miers. Ranken 3-gabelig, bei *T. cognatus* (Cham.) Miers gelegentlich auch 2-gabelig. 1—2mal dreispaltige Ranken, die SCHENCK l. c. p. 193 von *T. elegans* (Cham.) Miers angibt, habe ich bei keiner Art gefunden. Der Pollen (Fig. 7) ist 3-furchig mit glatter Exine. — *T. myrianthus* Bur. et K. Schum. hat ungeteilte Ranken und gehört, wie BUREAU auf dem beigefügten Zettel im Berl. Mus. notiert hat, wahrscheinlich zu *Arrabidaea*.

18. *Mansoa* P. DC. Ranken 3-gabelig. Pollen wahrscheinlich immer stark konvex, im Längsschnitt (von der Seite betrachtet) schmal oder breit oval, furchenlos mit kleinmaschigen mehr oder weniger pentagonalen Feldern, deren Anzahl auf dem Korn ringsherum ungefähr 10—15 beträgt, so bei *M. angustidens* (P. DC.) Bur. et K. Schum., *M. acuminatissima* Bur. et K. Schum., *M. diffi-*

cilis (Cham.) Bur. et K. Schum., *M. Glaziovii* Bur. et K. Schum. Auch der Typus der Gattung, *M. hirsuta* P. DC., hat Felderpollen (ca. 15—16 Felder am ganzen Korn); die Abgrenzung der Felder ist allerdings am Original, das mir Herr C. DE CANDOLLE zusandte, nicht so leicht wahrzunehmen, aber sicher vorhanden. — *M. Schwackei* Bur. et K. Schum. hat immer einfache Ranken und 3-furchigen völlig glatten Pollen; sie ist deshalb aus der Gattung auszuschließen und vielleicht zu *Arrabidaea* überzuführen. — *M. truncata* Sprague mit einfachen Ranken und einem ganz anderen Habitus (meist einfachen schmalen Blättern, gestutztem Kelch) wurde von HASSLER in FEDDE Rep. IX (1910) p. 53 zu *Petastoma* übergeführt. Wenn die Ranken auftreten, geschieht dies niemals an Stelle eines einfachen, sondern stets an der Spitze eines gezweiten Blattes. Die Feststellung der ganz eigenartigen Pollenstruktur war nicht leicht. Die Pollenkörner bieten im Wasser je nach der Lage ein ganz verschiedenes Bild. Betrachtet man sie vom Scheitel, an dem die Furchen beinahe zusammenlaufen, so zeigen sie drei gewöhnliche Meridionalspalten. Vom Mittelpunkte einer der Exineplatten aus gesehen, erscheint aber die Platte als ein von drei Spalten umgebenes Dreieck. Wieder anders wird das Bild, wenn das Korn einen Spalt nach oben kehrt; dann erscheinen zwei größere und zwei damit abwechselnde mehrere Male kleinere Teile der Exineplatten, die durch den Längsspalt und vier kleinere Spalten von einander getrennt sind. Dies verschiedene Aussehen wird dadurch hervorgerufen, daß die Körner in Wahrheit sechs Spalten besitzen, die nach den Kanten eines Tetraëders orientiert sind; durch diese Spalten wird die ganze Exine in vier dreieckige mit den Spitzen zusammenhängende convexe Platten geteilt.

19. *Setilobus* H. Baill. Von der Originalart, *S. bracteatus* Baill., (GLAZIOU n. 14119) sah ich keine Ranken. Der den sehr jugendlichen Knospen entnommene Pollen ist dreifurchig und granuliert. — Die beiden anderen von SCHUMANN hierher gezogenen, unter sich sehr nahe verwandten Arten *S. Neves-Armondii* Bur. et K. Schum. (hier immer einfache Ranken) und *simplicifolius* (P. DC.) K. Schum., besitzen ähnlichen Pollen, haben aber wegen ihrer ganzrandigen Blätter ein wesentlich anderes Aussehen. — Sicher auszuschließen sind die von KRÄNZLIN im Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin VI (1915) p. 375 und 376 beschriebenen *S. subcorymbosus* und *S. Bonae Vistae*; diese sind unter sich und mit *Anemopaegma jucundum* (Miers) Bur. et K. Schum. vollständig identisch und haben mit *Setilobus* absolut nichts gemein, als die langen fädlichen Kelchzipfel; sie besitzen 3-gabelige Ranken und 5—6-furchigen Pollen (vgl. unter 3a).

20. *Amphilophium* H. B. K. Ranken immer geteilt und zwar 3-gabelig (auch bei *A. Vauthieri* P. DC. trotz der Abbildung in der Flor. Bras. tab. 91), bei *A. molle* Ch. et Schl. selten 2-teilig. Der Pollen ist bei *A. panniculatum* H. B. K. 6—7-furchig, bei *A. molle* Ch. et Schl. (Fig. 13) 7—8-furchig; die Exine trägt ein Maschennetz.

21. *Cremastus* Miers, 22. *Stizophyllum* Miers, 23. *Fridericia* Mart. Ranken einfach, Pollen 3-furchig; die Exine bei den beiden ersten fein granuliert, bei der letzten fast glatt.

24. *Sanhilaria* H. Baill. nicht gesehen.

25. *Callichlamys* Miq. Ranken einfach. Pollen dreifurchig.

26. *Glaziova bauhinioides* Bur. hat dimorphe Zweige, die sich ganz ähnlich wie *Distictis* (*Macrodiscus* Bur.) verhalten. An den sterilen Zweigen mit kleineren Blättchen sind die Blätter sehr kurz gestielt; die statt des Mittelblättchens auftretende sehr kurze (kaum 1 cm lange) Ranke ist immer ungeteilt und läuft an der Spitze in eine Haftscheibe aus. Adventivwurzeln kommen an den Knoten nicht vor. An den blütentragenden Zweigen sind die Blätter größer, die Ranken mit verhältnismäßig kurzem Hauptstiel 3-gabelig und ebenfalls immer in Haftscheiben endigend. Vgl. hierzu SCHENCK Lianen I, S. 192, Taf. II, Fig. 13. — Der Pollen hat meist 8 Furchen mit netziger Exine.

27. *Pyrostegia* Presl. Hier variieren wieder die Ranken an den Enden. Einfach sind sie bei *P. cinerea* Bur., 3-gabelig bei *P. tubulosa* Bur. et K. Schum. und *P. venusta* (Ker) Miers. Ja, bei *P* *tecomiflora* K. Schum. (*Bignonia tecomaeflora* Rusby) waren an demselben Exemplare die beiden unteren Ranken ungeteilt, die beiden oberen 3-gabelig (M. BANG n. 1596). — Der Pollen ist 3-furchig; nur bei *P. venusta* fand ich ebenso häufig 3 wie 4 Furchen (Fig. 9); die Maschen des Netzes sind klein oder sehr klein.

28. *Haussmannia* F. v. Müll. Soll ohne Ranken klettern. Pollen 3-furchig netzig mit sehr kleinen Maschen.

29. *Paramansoa* H. Baill. fehlt in unserem Museum.

30. *Mussatia* Bur. soll einfache Ranken besitzen. Ein sicher bestimmtes Exemplar sah ich nicht.

31. *Levya* Bur. soll nach SCHUMANN einfache Ranken besitzen. Nicht gesehen.

32. *Cydista aequinoctialis* (L.) Miers hat immer ungeteilte Ranken und bifoliolate Blätter, auch dann, wenn die Ranke fehlt. Der Pollen ist rund, furchenlos und lückenlos kleinnetzig (Fig. 2). — *C. sarmentosa* (Bertol.) Miers, welche SCHUMANN in Mart. Flor. Bras. VIII. 2 p. 247 als einfaches Synonym zu *C. aequinoctialis* zieht, unterscheidet sich von dieser Art, wenn PRINGLE n. 3898

aus Mexiko und v. TÜRCKHEIM ed. J. D. SMITH n. 7759 aus Guatemala wirklich die BERTOLONIsche Species darstellen, durch die schwach 6-kantigen, später rundlichen Zweige, durch das beständige Vorkommen jenes Feldes von eingesenkten Drüsen am Zweige unter der Verbindungslinie der Blattstiele, wie ich es im zweiten Abschnitt auf S. 736 beschrieben habe, durch die an der Spitze dreiteiligen Ranken, durch die meist pentagonalen hervortretenden kleinmaschigen Felder, die zu 7—10 an den kugeligen furchenlosen Pollenkörnern durch glatte Zwischenräume scharf von einander getrennt sind, durch den stark entwickelten fleischigen ganzrandigen Discus, dem das stumpf 4-kantige Ovar aufsitzt, und durch die der Oberfläche der Früchte eingesenkten zahlreichen Drüsen. Sie ist ohne Zweifel aus der Gattung zu entfernen und nähert sich in manchen Beziehungen *Chodanthus* Hassler, hat aber die zahlreichen Ovula in zwei Reihen (nicht in vier) in jedem Fache angeordnet.

32a. ***Roentgenia*** Urb. (nov. genus). Calyx tubuloso-campanulatus coriaceus eglandulosus dense et minute lepidotus, plerumque inaequaliter bilobus, raro unilateraliter incisus, lobis antice rotundatis v. subtruncatis, nervis 5 superne plus minus prominentibus, hinc inde in apiculos obsoletos excurrentibus. Corolla membranacea, extrinsecus globulis minutis multicellularibus pulverulenta, intus antice et sub staminum insertione pubescens; tubus supra calycem sensim ampliatus, parum curvatus, superne tubuloso-infundibuliformis; lobi in aestivatione sine dubio imbricati, subinaequales, anteriores 3 subquadrati inferne angustiores, posteriores 2 in $^1/_3$ alt. inter sese connati oblique ovales, omnes tubo $2—2^1/_2$-plo breviores. Stamina tubo in ejus $^1/_3$ alt. subaequialte inserta, ad basin pilis articulatis villosula, caeterum glabra, satis inaequilonga, inclusa; antherarum loculi divaricati lineares glabri, connectivo supra loculos paullo prominente truncato eglanduloso; pollinis granula globosa, sulcis 12 meridionalibus subaequalibus angustis insignia, exine reticulata, areolis prominulis; staminodium breve subulatum anantherum. Discus nullus. Ovarium sessile, densissime lepidotum, caeterum laeve, lineare subteres, bisulcatum, sulcis cum loculis alternantibus, sensim in stylum attenuatum; ovula in quoque loculo biseriatim affixa numerosa (cr. 20 in quaque serie); stylus subteres, supra basin lepidotus, caeterum glaber, stigmatibus ovato-ellipticis acute acuminatis. Capsula et semina ignota. — Frutex scandens, ramis vetustioribus subteretibus striatis. Folia bifoliolata, foliolo terminali in cirrhum apice semel divisum mutata; foliola penninervia integra coriacea. Inflorescentia ampla panni-

culata; bracteae primariae euphylloideae, sed valde reductae anguste lanceolatae, secundariae sublineares a latere incurvae, persistentes, in axillis cymulas 1-paucifloras axibus valde reductis et prophylla bene evoluta quasi fasciculata breviora sublinearia lepidota gerentes; rhachis quadrangula lepidota; pedicelli sat breves. Flores rosei. — Species unica pulchra brasiliensis.

Obs. I. Genus insigne dicavi viro excellentissimo W. RÖNTGEN, professori in universitate Monacensi physices docenti, qui radiis Roentgenianis repertis non solum scientiam miro modo inopinato auxit atque locupletavit, sed etiam de genere humano praesertim hoc in bello horribili atrocique quam maxime meritus est.

Obs. II *Cydista*, quacum genus nostrum disco deficiente, antheris eglandulosis, ovario lepidoto congruit, cirrhis integris, bracteis minutis, prophyllis ad pedicellum medium obviis, calyce integro et praesertim pollinis granulis non sulcatis longe distat. Cum caeteris generibus (*Haplolophium*, *Amphilophium*, *Glaziova*), quae polline multisulcato gaudent, omnino nulla affinitas; bracteis prophyllisque conglomeratis inter omnia Bignoniacearum genera singulare.

Obs. III. Cl. SPRAGUE in planta Uleana genus novum adesse jam opinatus est, id quod structura pollinis singulari ei ignota nunc confirmatur.

Roentgenia bracteomana (K. Schum.) Urb. — *Cydista bracteomana* K. Schum.! ap. SPRAGUE in Verh. Bot. Ver. Brandenburg vol. L (1909) p. 121.

Frutex scandens. Rami vetustiores plicato-striati, lenticellis ellipticis obsiti, glabrati, hornotini non visi. Folia 1,5 cm longe petiolata bifoliolata; cirrhus elongatus, in nostro specimine unicus apice breviter et inaequaliter bifidus, ex SPRAGUE trifurcatus, ramulis reflexis; foliola 12 mm longe petiolulata, ovato-elliptica, basi rotundata, antice obtuse acuminata, cr. 17 cm longa, 6,5 cm lata, nervo medio supra impresso, lateralibus utroque latere 5—6 supra parum, subtus valde prominentibus et inter sese grosse anastomosantibus, parce et minute lepidota. Inflorescentia in nostro exemplari axillaris, cum pedunculo 5,5 cm longo 30 cm longa; bracteae primariae 2—2,5 cm, secundariae 1—1,5 cm longae; prophylla cr. 1 cm longa; pedicelli 4—7 mm longi. Calyx 7—8 mm longus, in statu compresso superne cr. 5 mm latus. Corolla rosea, 6—7 cm longa; tubus supra calycem 3 mm, sub lobis 12—14 mm latus; lobi anteriores antice subtruncati, posteriores obtusissimi et emarginati. Stamina e tubo corollae cr. 15 mm supra ejus basin abeuntia, longiora 20 mm, breviora 12 mm longa; antherarum loculi 4 mm longi. Stylus 25—27 mm longus; stigma 2 mm longum.

Hab. in Brasiliae civitate Amazonas ad flumen Juruá superius prope Victoria, m. Majo flor.: Ule n. 5497.

33. *Lundia* P. DC. Hier bietet die Unversehrheit oder Dreiteiligkeit der Rankenspitze, wie bei *Pyrostegia*, ebenfalls kein Gattungsmerkmal; an demselben Exemplare fand ich beides allerdings niemals vereinigt. Eine ungeteilte Ranke besitzen nach den mir vorliegenden Exemplaren: *L. umbrosa* (H. B. K.) Bur., *L. obliqua* Sonder, eine dreispaltige: *L. stricta* Bur. et K. Schum., *L. densiflora* P. DC., *L. Spruceana* Bur., an verschiedenen Exemplaren derselben Art bald ungeteilte, bald dreiteilige: *L. longa* P. DC., *L. nitidula* P. DC., *L. cordata* P. DC. — Der Pollen, der schon von BUREAU (Mon. Bignon. p. 183) untersucht wurde, ist immer dreifurchig, sehr fein punktiert oder granuliert, bei *L. cordata* (eine Art mit hervorragenden Antheren) außerordentlich feinmaschig.

34. *Phryganoscidia corymbosa* (Vent.) Bur. hat ungeteilte Ranken und kugeligen furchenlosen Pollen, dessen feinmaschiges Netz selten durch glatte Stellen unterbrochen ist.

35. *Saldanhaea* Bur. Ranken bei den echten Arten nicht gesehen. — SCHUMANN beschreibt in der Flora Bras. l. c. p. 250 seq. 6 Arten, bezweifelt aber die generische Zugehörigkeit der drei letzten. Die Untersuchung des Pollens ergab, daß die Arten in der Tat zwei ganz verschiedenen Gattungen angehören. Der Typus ist *S. lateriflora* (P. DC.) Bur.; sie hat ebenso wie *S. confertiflora* Bur. (Fig. 15, 16) fast glatten Tetradenpollen, desgleichen *S. bracteata* Bur. et K. Schum., bei der aber die Tetraden zu zweien oder mehreren zusammenhängen. — *S. heterocalyx* Bur. et. K. Schum., *S. myriantha* (Cham.) Bur. und *S. pratensis* (K. Sch.) Bur. et K. Schum. besitzen dagegen dreifurchigen Pollen, die erstere durch den Kelch sehr abweichende mit fein granulierter Exine, die beiden anderen mit ganz glatter Oberfläche. — Auch *S. mollis* Kränzlin in Engl. Jahrb. Bd. 54 Beibl. 119 (1916) p. 26, die der Autor mit Zweifel zu dieser Gattung zieht, ist wegen ihres einfachen dreifurchigen (fast glatten) Pollens auszuschließen. Vielleicht eine *Arrabidaea*.

35a. *Xylophragma* Sprague. Als ich die Literatur auf etwaige nach SCHUMANN's Arbeiten neubeschriebene Gattungen durchsah, fand ich zu meiner Genugtuung, daß SPRAGUE, ohne von dem abweichenden Pollen eine Ahnung zu haben, auf Grund von Früchten (Valvae lignosae crassae, demum longitudinaliter fissae), die er im Museum von Kew Gardens von *Saldanhaea pratensis* vorfand, neben den von SCHUMANN schon angeführten Merkmalen diese und *S. myriantha* in die neue Gattung *Xylophragma* vereinigte. Ranken einfach. — Mit *Xylophragma pratense* (Bur. et

K. Schum.) Sprague (a. 1903) ist *Rojasiophyton tuberculatum* Hassler (a. 1910) nach Gattung und Art identisch.

36. *Oroxylum* Vent. mit dreifurchigem Pollen, dessen Exine mit einem feinmaschigen Netzwerk überzogen ist.

37. *Perianthomega Vellozii* Bur. SCHUMANN beschreibt in den Natürl. Pflanzenfam. S. 225 die Art als eine Liane mit 3—4-fach gefiederten Blättern; in der Flora Brasil. p. 257 bezeichnet er aber die Blätter richtig als biternat, wie es auch die zugehörige Tafel 102 aufweist; sind die beiden unteren Seitenäste unifoliolat, so entsteht ein einfach gefiedertes aus 5 Blättchen bestehendes Blatt. Das schlechte Material erlaubt leider kein zuverlässiges Urteil über das Schlingen. Gespaltene Ranken, wie SCH. am ersten Orte angibt, sind wohl sicher der Pflanze nicht eigen. Wie aus SCHUMANN's Beschreibung und Abbildung am zweiten Orte hervorgeht, schlingt der Blattstiel allein, ein Verhalten, das bei keiner anderen Bignoniacee vorkommt. — Der Pollen ist dreifurchig und fein granuliert; die Granulae sind bei stärkster Vergrößerung eigentlich sehr kleine Maschen eines Netzes. — Nach SPRAGUE in Bull. Boiss. II sér. V (1905) p. 86 (546) gehört die Gattung wegen ihrer Fruchtbildung zu den Tecomeae.

38. *Memora* Miers. In dieser Gattung hat SCHUMANN in Flor. Bras. p. 259—273 15 Arten mit von einander so abweichenden Charakteren vereinigt, wie sie sonst nur zur Unterscheidung der Genera Verwendung finden. Sträucher ohne und Lianen mit Ranken, mit einfach gedreiten Blättern: *M. fulgens* Bur., *consanguinea* Bur. et K. Schum., mit biternaten Blättern: *M. obtusifoliolata* Bur. et K. Schum., mit einfach gefiederten Blättern: *M. axillaris* K. Schum., mit doppelt gefiederten Blättern: *M. nodosa* (P. DC.) Miers, *glaberrima* (Cham.) K. Schum., *valida* K. Schum., *magnifica* (Mart.) Bur. u. a., mit dreifach gefiederten Blättern: *M. bracteosa* (P. DC.) Bur., mit sehr verschiedenartigen Blütenständen, mit sehr kleinen und sehr großen Bracteen, mit ganzrandigem, gezähntem, 2—3-lappigem und einseitig tief eingeschnittenem, drüsigem und drüsenlosem Kelche, sehr wenigen und sehr vielen Ovulas usw. Die Ranken sind (von *M. obtusifoliolata* abgesehen) immer einfach und vertreten bei den biternaten und fiederig zusammengesetzten Blättern den ganzen oberen Teil der Spreite, so daß unter ihrer Abgangsstelle nur die untersten, bei *M. cuspidata* Hassl. die beiden untersten Blättchenpaare bzw. Seitenfiedern erhalten bleiben. Der Pollen ist (wieder von *M. obtusifoliolata* abgesehen) kugelig und furchenlos. Man kann nach der Struktur seiner Oberfläche drei Gruppen unterscheiden: netziger Pollen mit mittelgroßen aneinanderschließenden Maschen findet sich bei *M.*

nodosa, fulgens, consanguinea, caracasana, magnifica, axillaris, involucrata, pubescens, Pollen mit mittelgroßem, durch große unregelmäßige Zwischenräume unterbrochenen Netzwerk bei einer von PILGER beschriebenen Art *M. campicola,* kleinnetziger Pollen, dessen Maschen auf voneinander vollständig getrennten Feldern stehen (ähnlich wie Fig. 5) bei *M. glaberrima, valida* und *flavida* (*Bignonia flavida* P. DC.). Leider sind nur von drei Arten: *M. nodosa, bracteosa* und *pubescens* die Früchte bekannt, so daß das Urteil über die generische Zusammengehörigkeit der Zukunft überlassen bleiben muß. Nur eine von den 15 Arten kann schon jetzt durch den Besitz von Furchenpollen und dreispaltigen Ranken ausgeschieden werden: *M. obtusifoliolata*; in ihr vermutete schon SCHUMANN l. c. p. 262 auf Grund von anderweitigen Charakteren den Typus einer neuen Gattung.

38a. **Nestoria** Urb. (nov. genus). Calyx initio clausus, postremo campanulatus, coriaceus eglandulosus haud lepidotus, margine subrecurvato undulato minutissime 5-denticulatus. Corollae tubus in $^1/_3$ inferiore anguste cylindraceus, deinde subclavato-dilatatus, extrinsecus glaber, intus ad filamentorum insertionem tantum pilis articulatis puberulus; lobi in aestivatione descendenti-imbricati, ratione breves, pilis pauciarticulatis pulverulenti. Stamina tubo corollae in cr. $^1/_3$ alt. subaequialte inserta, inferne sigmoideo-curvata, inclusa; antherarum loculi divaricati lineares glabri, connectivo supra loculos non producto; pollinis granula trisulcata, exine sub lente valida (+ 720) manifeste sed minute reticulata; staminodium cum staminibus insertum, bene evolutum, ad apicem triangulari-dilatatum, anantherum. Discus pulvinaris carnosus. Ovarium disco insidens, oblongo-lanceolatum, minute lepidotum; ovula in quoque loculo 8—9 biseriatim et alternatim affixa; stylus basi cum ovario articulatus glaber, stigmatibus ovatis. Capsula et semina ignota. — Frutex scandens, ramis teretibus elevatim striatis glaberrimis. Folia biternata, triphyllo terminali in cirrhum apice trifurcatum mutato; foliola apice rotundata, reticulata integra subcoriacea; pseudostipulae minutae subulatae corneo-incrassatae. Racemi axillares et terminales valde elongati laxissimi; bracteae perparvae lineares; pedicelli elongati, paribus 2 infimis subverticillatim approximatis, caeteris valde distantibus; prophylla opposita v. alterna, minuta anguste linearia v. subulata, saepius decidua. — Species unica brasiliensis.

Obs. Genus in memoriam senis prudentissimi NESTOR e bello trojano omnibus cogniti nominatum *Anemopaegmatis* propter indolem florum, *Memorae* ob folia composita commonefacit; sed prius foliis simpliciter ternatis, posterior cirrhis integris et fabrica inflorescentiae, utrumque pollinis granulis globosis non sulcatis recedit.

Nestoria obtusifoliolata (Bur. et K. Schum.) Urb. — *Memora obtusifoliolata* Bur. et K. Schum.! in Mart. Flor. Bras. VIII. 2 (1897) p. 261.

Hab. in Brasiliae civitate Bahia prope São Domingo: RIEDEL n. 750.

39. *Millingtonia hortensis* Linn. fil. Pollen kugelig ohne Spalten und Furchen; Exine sehr fein, aber deutlich granuliert.

40. *Pleonotoma* Miers. Die fünf untersuchten Arten: *P. variabile* (Jacq.) Miers, *stichadenium* K. Schum., *jasminifolium* (H. B. K.) Miers, *tetraquetrum* (Cham.) Bur. und *auriculatum* K. Schum. haben sämtlich dreispaltige Ranken und dreifurchigen feinpunktierten oder granulierten Pollen. Die Blätter sind 2—4-fach gefiedert oder triternat; wenn die Ranken auftreten, so ersetzen sie den ganzen oberen Teil der Spreite mit Ausnahme der beiden untersten Seitenfieder. — Ob *P. imperatoris Maximiliani* (Wawra) Bur. et K. Schum. hergehört, ist mir zweifelhaft; diese Art lag mir nicht vor. — Dagegen muß *Bignonia diversifolia* H. B. K., eine auf Cuba und von Mexico bis Columbien und Venezuela verbreitete Art, die zuerst von BUREAU im Manuskript und dann von SCHUMANN trotz der ungeteilten Ranken und der einfach zusammengesetzten bifoliolaten, unterwärts sogar ungeteilten Blätter zu *Pleonotoma* gezogen wurde, wieder aus dieser Gattung entfernt werden. Denn sie hat außer den genannten Charakteren einen drüsenlosen Kelch, kugeligen, furchenlosen (ringsherum erhaben und sehr dicht granulierten) Pollen, keinen entwickelten Discus, (in jedem Fache ca. 30 zweireihig angeordnete Ovula) und an den Blütenstielen winzige Vorblätter; sie gehört zweifellos zu der Gattung *Cydista*, wohin sie schon von MIERS gesetzt war, wenn sie auch wegen der Blattnervatur und des eingeschnittenen Kelches der *C. aequinoctialis* (L.) Miers ziemlich fernsteht.

41. *Doxantha (Bignonia) unguis cati* (L.) Miers hat zweierlei Zweige. Die kriechenden sterilen Zweige beginnen mit einfachen größeren gesägten, natürlich rankenlosen Blättern; auf diese folgen gezweite Blätter mit gewöhnlich viel kleineren ganzrandigen Foliola, zwischen denen die kurze Krallenranke steht. Letztere kann sich festhaken oder zugleich mit dem zugehörigen Blattstiel schlingen, braucht aber nicht in Tätigkeit zu treten, da die Zweige durch verzweigte, bisweilen gegen die Spitze hin verbreiterte Adventivwurzeln, die einzeln unter der Insertion des Blattpaares hervorbrechen, an die Unterlage befestigt werden. Die von KRÄNZLIN in Notizbl. Bot. Gart. Berlin VI (1915) p. 380 beschriebene neue Gattung *Microbignonia* stellt einen solchen Kriechzweig von *D. unguis*

cati dar. Die blühenden Zweige haben gezweite größere ganzrandige Blättchen teils mit, teils ohne Ranke, immer ohne Adventivwurzeln. Gedreite Blätter habe ich niemals beobachtet. Der Pollen hat drei Längsfurchen und eine glatte Oberfläche. — *Bignonia nivea* Kränzl. in Engl. Jahrb. Bd. 54 Beibl. Nr. 119 (1916) p. 26 ist wegen der ungeteilten Fadenranken aus der Gattung auszuschließen und nahe verwandt mit *Mansoa truncata* Sprague (*Petastoma truncatum* Hassl.), wenn auch specifisch verschieden. Glatter Furchenpollen.

42. *Macfadyena* A. DC. mit Krallenranken. Der Pollen von *M. uncinata* (Mey.) A. DC. ist feingekörnelt und hat drei Längsfurchen.

43. *Neomacfadya* Baill. (nicht *Neomacfadyena*, wie SCHUMANN schreibt). Die einzige, auf Cuba vorkommende Art: *N. podopogon* (P. DC.) Baill. hat die schon von P. DE CANDOLLE beschriebenen ungeteilten (an der Spitze etwas hakig eingebogenen stumpflichen) Ranken, nicht, wie SCHUMANN mit Sperrdruck angibt: dreispaltige Krallenranken. Die Gattung muß daher aus der Gruppe der mit Krallenranken versehenen Genera ausscheiden. — Der Pollen hat drei schwer sichtbare schmale Furchen, in deren Mitte sich der Porus befindet; die Oberfläche zeigt hier und da feine Granulierungen, die zu Grüppchen vereinigt sind, bisweilen aber fast vollständig fehlen.

44. *Melloa populifolia* (P. DC.) Bur. hat Krallenranken und dreifurchigen granulierten Pollen; die Intine tritt unter Wasser an den Spalten sehr breit hervor.

45. *Neojobertia brasiliensis* Baill. nicht mit Krallenranken, wie SCHUMANN angibt, sondern mit gewöhnlichen dreiteiligen Ranken, die den ganzen Mittelteil des mehrfach gefiederten Blattes vertreten, während die beiden unteren Seitenfiedern erhalten bleiben. Auch ist der Pollen im Gegensatz zu den krallentragenden Genera kugelig und furchenlos (feinmaschig). Die Gattung muß demnach an einer anderen Stelle des Systems eingereiht werden.

45a. *Paradolichandra Chodati* Hassler mit tief dreiteiligen Krallenranken, deren Äste ebenfalls schlingen, und dreifurchigem fast glatten Pollen.

Tecomeae.

46. *Parabignonia* Bur. und 47. *Dolichandra* Cham. mit Krallenranken und dreifurchigem mehr oder weniger deutlich granulierten Pollen.

46a. *Odontotecoma* Bur. et K. Schum. ist mir unbekannt.

48. *Tecomaria* Fenzl, 49. *Campsis* Lour., 50. *Campsidium* Seem., 51. *Pandorea* Spach, 51 a. *Podranea* Sprague haben ebenfalls dreifurchigen granulierten Pollen.

52. *Tecomanthe* Baill. und 53. *Perichlaena* Baill. sind in unserm Museum nicht vertreten.

54. *Argylia radiata* (L.) D. Don. Der Pollen (Fig. 12) hat 6 schmale Spalten, die in ungleicher Höhe ziemlich weit vor den Polen endigen und an den Rändern gewöhnlich nicht geradlinig sind; sie sind nicht gleichmäßig um den Äquator angeordnet, sondern paarweise einander mehr genähert. Die Exine zeigt ein feinmaschiges Netz.

55. *Incarvillea* Juss. Die Originalart *I. sinensis* Lam. hat glatten Pollen mit 6—7 Furchen, *I. variabilis* Batal. (Fig. 11) mit meist 8 etwas unregelmäßigen Furchen, *I. Olgae* Reg. sehr feingekörnten Pollen mit 6—7 Furchen. Die Spalten sind immer sehr schmal, ringsherum in gleichen Abständen angeordnet und endigen ziemlich weit vor den Polen.

56. *Amphicome emodi* (Wall.) Lindl. Pollen mit 6 sehr schmalen schwer sichtbaren Spalten, die an entleerten Körnern deutlicher werden, und glatter Exine.

57. *Rhigozum* Burch. (*trichotomum* Burch.), 58. *Catophractes* G. Don und 59. *Digomphia* Benth. (von dieser konnte ich nicht das Original untersuchen, sondern nur eine von KOCH n. 54 gesammelte, von PILGER bestimmte Pflanze) mit 3-furchigem Pollen, die ersteren beiden mit granulierter oder fein punktierter Exine, die letztere mit glatter Oberhaut.

60. *Jacaranda* Juss. Die 5 untersuchten Arten zeigten sehr übereinstimmenden Pollen: im Wasser stumpf dreikantige Körner mit 3 Furchen und glatter Exine. Letzteres ist aber nur an entleerten Körnern deutlich, da an nicht entleerten der körnige Inhalt durchschimmert und eine Granulierung vortäuscht.

61. *Chilopsis linearis* (Cav.) P. DC. Pollen (Fig. 14) zu Tetraden vereinigt; die Oberfläche ist durch ein vorspringendes hier und da unterbrochenes Netzwerk mit sehr ungleich großen Maschen ausgezeichnet.

62. *Catalpa* Juss. mit Tetraden-Pollen. Bei *C. purpurea* Griseb., *C. bignonioides* Walt. (Fig. 17), *C. vestita* Diels und *C. longissima* (Jacq.) Sims ist die Oberfläche granuliert oder sehr feinnetzig, bei *C. Bungei* C. A. Mey. (Fig. 18) mit beulenartigen, bei *C. Kaempferi* S. et Z. mit kaum merklichen sehr flachen Vorwölbungen versehen.

63. *Sparattosperma* Mart. Der Typus der Gattung ist *Sp. vernicosum* (Cham.) Bur. et K. Schum. *(Sp. lithontripticum* Mart.) Diese Art (Fig. 5) hat kugeligen furchenlosen Pollen mit etwa 10 von einander getrennten etwas hervortretenden rundlichen Feldern, die ein deutliches Maschennetz tragen und durch leere Zwischenräume von einander getrennt sind. Ebenso verhält sich *Sp. stenocarpum* Bur. et K. Schum. *Sp. neurocalyx* Bur. et K. Schum., dessen generische Zugehörigkeit SCHUMANN bezweifelt, sah ich leider nicht. — Dagegen hat *Sp. ellipticum* (Cham.) Bur. et K. Schum. (*Sp. psammophilum* Mart.) dreifurchigen gleichmäßig fein punktierten Pollen und gehört wahrscheinlich, wie schon P. DE CANDOLLE vermutet, zu *Tabebuia*, wenigstens nicht zu *Sparattosperma*.

64. *Diplanthera* Banks et Sol., 65. *Astianthus* D. Don, 66. *Godmania* Hemsl., 67. *Tabebuia* Gom. (incl. 68. *Tecoma* Aut.), 69. *Couralia* Splitg. besitzen 3-furchigen Pollen; bei 65. ist die Oberfläche glatt, bei 64, 66, 69 punktiert oder granuliert, bei *Tabebuia*, von der drei sehr verschiedene Arten: *T. longiflora* (Griseb.) Greenm., *T. acrophylla* (Urb.) Britton, *T. Schumanniana* Urb. untersucht wurden, netzig mit sehr kleinen Maschen.

66. *Godmania macrocarpa* (Benth.) Hemsl., mit welcher die von KRÄNZLIN im Notizbl. Bot. Gart. Berlin, VI. (1915) p. 379 beschriebene *G. Uleana* vollständig identisch ist, besitzt das Museum von Guatemala, Nicaragua, Costarica, Panama, Venezuela und Nord-Brasilien.

70. *Tecomella* Seem. konnte nicht untersucht werden.

71. *Delostoma* D. Don (incl. *Codazzia* Karst. et Tr.) hat kugeligen furchenlosen Pollen mit kleinen von feinem Netzwerk überzogenen vorgewölbten rundlichen Felderchen, die durch glatte Zwischenräume von einander getrennt sind. Bei *D. dentatum* D. Don, das im Gegensatz zu SCHUMANNs Angabe ebenfalls einen doppelten Kelch besitzt, und *D. integrifolium* D. Don sind ringsherum etwa 35—45 Felderchen vorhanden, bei *D. roseum* (Karst. et Tr.) K. Schum. (Fig. 6) weniger zahlreiche und größere. Übrigens hat schon KARSTEN diesen Pollen für *Codazzia speciosa* Karst. et Tr. in der Flor. Columb. I p. 7 tab. IV beschrieben und abgebildet, ohne die Bedeutung für die Gattungsabgrenzung zu ahnen.

72. *Zeyhera* Mart., 73. *Cybistax* Mart. und 74. *Tecoma* Juss. (*Stenolobium* Seem.) besitzen dreifurchige feinpunktierte Pollenkörner.

75. *Dolichandrone* Fenzl umfaßt im SCHUMANNschen Sinne recht stark differenzierte Arten, die in der Form der Blätter und Blüten, in der Ausgestaltung der Blütenstände, in der Gestalt der Scheidewand zwischen den Placenten, der Anzahl der Samenreihen,

der geringeren oder stärkeren Ausbildung der Samenflügel voneinander abweichen. Dementsprechend weist auch der Pollen sehr erhebliche Unterschiede in der Zahl der Spalten auf; diese sind übrigens bei einigen Arten schwer sichtbar zu machen, oft etwas unregelmäßig oder geschlängelt, verhältnismäßig kurz und schmal und vielleicht schon von vornherein an frischen Körnern vorhanden. 3 Spalten fand ich bei *D. spathacea* (L. f.) K. Schum., *D. falcata* (Wall.) Seem., *D. tomentosa* Benth., *D. stipulata* (Roxb.) Benth., 3 und 4 Spalten bei *D. filiformis* (DC.) Fenzl, 4 Spalten (nicht selten aber weniger) bei *D. crispa* (Ham.) Seem., 5 (selten 4) Spalten bei *D. heterophylla* (R. Br.) F. Müll. (Fig. 10). Die Exine ist fein oder sehr fein punktiert oder gekörnelt.

76. *Spathodea* P. Beauv., 77. *Newbouldia* Seem., 78. *Markhamia* Seem., 79. *Stereospermum* Cham., 80. *Radermachera* Hassk., 81. *Fernandia* H. Baill., 82. *Heterophragma* P. DC., 83. *Kigelanthe* H. Baill., 84. *Pajanelia* P. DC., 85. *Mayodendron* Kurz haben sämtlich dreifurchige fein punktierte oder granulierte Pollenkörner.

Eccremocarpeae.

86. *Eccremocarpus scaber* R. et P. windet nicht, wie SCHUMANN angibt, sondern klettert nur mit Hilfe der Ranken. Die Blätter sind mehrfach gefiedert. Während die beiden untersten Paare der Seitenfiedern erhalten bleiben, tritt an Stelle der übrigen Blattteile die Ranke, die einmal trichotom verzweigt ist, dann sich mehrere Male dichotom spaltet oder von Anfang an wiederholt 2-gabelig ist; ich zählte bis zu 7 Gabelungen. Die kurzen Endzweige sind hakig eingekrümmt. Ebenso verhält sich *E. longiflorus* H. et B. und *E. viridis* R. et P. Der Pollen ist bei der erstgenannten Art im frischen Zustande elliptisch, mit Chloralhydrat behandelt kugelig mit drei verhältnismäßig schmalen Furchen, die fast bis zu den Polen reichen, und mit sehr fein granulierter Exine. — Über den Sproßaufbau von *E. scaber* vgl. EICHLER in Jahrb. Bot. Gart. und Mus. Berlin I S. 191, Taf. V, Fig. 4.

Crescentieae.

87. *Amphitecna* Miers hat großen kugeligen furchenlosen Pollen; bei *A. macrophylla* (Seem.) Miers sind die Körner sehr fein gekörnelt (Fig. 1), bei *A. nigripes* (Linden) Baill. fast glatt.

88. *Zaa ilicifolia* (Pers.) H. Baill. mit 3-furchigem fast glatten Pollen, der einen grobkörnigen Inhalt hat.

89. *Paracolea* H. Baill. und 90. *Phylloctenium* H. Baill. fehlen in unserm Museum.

91. *Enallagma cucurbitina* (L.) Baill. Pollen rund furchenlos, ringsherum gleichmäßig netzig.

92. *Parmentiera edulis* P. DC. und *P. cereifera* Seem. (nicht *cerifera*, wie SCHUMANN schreibt,) besitzen 3-furchigen fein granulierten Pollen mit sehr schmalen Spalten.

93. *Crescentia cujete* L. hat wieder furchenlosen sehr feinnetzigen Pollen; das Netzwerk ist durch unregelmäßige größere oder kleinere glatte Stellen unterbrochen. — *C. alata* H. B. K., die SCHUMANN ebenfalls zu dieser Gattung rechnet, die sich aber schon durch die gedreiten Blätter und geflügelten Blattstiele gegenüber den eigentlichen *Crescentia*-Arten auszeichnet, hat dreifurchigen Pollen mit schön netziger Exine und gehört wahrscheinlich zu *Parmentiera*, zu der sie bereits MIERS übergeführt hat.

93a. *Neotuerckheimia gonoclada* J. D. Smith mit rundem furchenlosen glatten Pollen.

94. *Colea* Boj. Der dreifurchige Pollen besitzt eine feingekörnelte, der von *C. Telfairiae* Boj. eine fast glatte Oberfläche.

95. *Kigelia* P. DC. Die in Wasser meist liegenden und dann sphaeroidischen Körner von *K. aethiopica* Dcne. sind 3-furchig und feinnetzig.

96. *Rhodocolea* H. Baill. und 97. *Siphocolea* H. Baill. fehlen im Berliner Museum.

98. *Phyllarthron articulatum* (Desf.) K. Schum. mit 3-furchigem glatten Pollen.

99. *Schlegelia parasitica* (Sw.) Miers mit 3-furchigem feinnetzigen Pollen.

Tourrettieae.

100. *Tourrettia lappacea* (l'Hér.) Willd. Blätter doppelt 3-zählig. Die Ranken treten an die Stelle des Endtrifoliums und sind einmal dreiteilig, dann mehrere Male dichotom; die primären zwei Seitenzweige sind aber bedeutend weniger entwickelt, als der Endzweig; die letzten Endigungen sind krallenartig. Die Struktur des 3-furchigen sehr fein granulierten Pollens bietet keinen Anlaß, diese Gattung aus der Familie der Bignoniaceen auszuschließen.

Erklärung der Tafel XXI.

Pollen von:
Fig. 1 *Amphitecna macrophylla* (Seem.) Miers (cult. in horto Berol.)
Fig. 2. *Cydista aequinoctialis* (L.) Miers (Portorico: SINTENIS n. 945).
Fig 3. *Distictella Broadwayana* Urb. (Tobago: BROADWAY n 4753).
Fig 4. *Macranthisiphon longiflorus* (Cav.) K. Schum (Peru: RUIZ).

Fig. 5. *Sparattosperma vernicosum* (Cham.) Bur. et K. Schum. (Brasilien: GLAZIOU n. 4781).
Fig. 6. *Delostoma roseum* (Karst. et Tr.) K. Schum. (Ecuador: SPRUCE n. 5975)
Fig. 7. *Tynnanthus cognatus* (Cham.) Miers (Brasilien: SELLOW n. 166).
Fig. 8. *Martinella obovata* (H. B. K.) Bur. et K. Schum. (Trinidad: BROADWAY n. 2649).
Fig. 9. *Pyrostegia venusta* (Ker) Miers (cult. in Martinique: DUSS n. 333).
Fig. 10. *Dolichandrone heterophylla* (R. Br.) F. v. Müll (Australien: R. BROWN).
Fig. 11. *Incarvillea variabilis* Batalin (cult. in horto Berol.).
Fig. 12. *Argylia radiata* (L.) D. Don (Peru: PAVON).
Fig. 13. *Amphilophium molle* Cham. et Schlecht. (Martinique: DUSS n. 1238 b).
Fig. 14. *Chilopsis linearis* (Cav.) P. DC. (ex herb. A. GRAY).
Fig. 15, 16. *Saldanhaea confertiflora* Bur. (Brasilien: POHL n 1779).
Fig. 17. *Catalpa bignonioides* Walt. (cult.).
Fig. 18. *Catalpa Bungei* C. A. Mey. (China: WILSON n. 976).

69. L. Diels: Käferblumen bei den Ranales und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Angiospermen.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 18. November 1916.)

Bei der unbestrittenen Bedeutung der Ranales (Polycarpicae) für die Stammesgeschichte der Angiospermen ist es ein fühlbarer Mißstand, daß wir von vielen Vertretern dieser Reihe noch wenig über ihre Blütenbiologie wissen. Um ein paar dieser Lücken zu beseitigen, möchte ich einige blütenbiologische Wahrnehmungen an *Eupomatia* und *Calycanthus* mitteilen und sie in weiterem Zusammenhang besprechen.

I. *Eupomatia*.

In mancher Hinsicht am eingehendsten konnte ich mich mit *Eupomatia* befassen, nachdem ich von ihr, auf meine Bitte, durch die Liebenswürdigkeit von Herrn J. H. MAIDEN in Sydney gutes Blütenmaterial in Alkohol erhalten hatte. Dies war mir um so mehr erwünscht, als es sich bei diesem Genus um eine sehr isoliert stehende Gattung handelt, die man am besten als besondere monotypische Familie betrachtet[1]).

---

[1]) DIELS: Über primitive Ranales der australischen Flora Bot. Jahrb. XLVIII, Beib. 107 (1912), 12. *Himantandra* ist allerdings, wie sich inzwischen herausgestellt hat, auszuscheiden. Vgl. DIELS in Bot. Jahrb. LV (1917).

In der Literatur kennt man *Eupomatia* seit 1814; es war ROBERT BROWN, der sie damals als neue Gattung der Anonaceae beschrieb[1]), und von F. BAUER auf einer großen Tafel abbilden ließ. Unter den wichtigen Merkmalen der Blüte hebt er klar hervor die randständige Insertion der zahlreichen, azyklisch angeordneten Staubblätter, die petaloiden inneren „Staminodien", das zerklüftete Nährgewebe. Dagegen verkennt er das Wesen der Hülle, welche in der Knospe die Blüte nach außen verschließt, und gibt auch von der Narbe eine irrtümliche Beschreibung. Doch blieb seine Darstellung lange Zeit die maßgebende; erst 1868 brachte BAILLON einen Fortschritt, als er bei *Eupomatia Bennettii* an lebendem Material, das in Paris kultiviert war, die Blüte näher untersuchen konnte. Er erkannte die Hülle als umgewandeltes Hochblatt, und faßte den Bau des Gynaeceums richtig auf. R. BROWN hatte der Blüte ein „stigma sessile planiusculum integrum areolis subrotundis numero loculorum notatum" zugeschrieben; BAILLON zeigte[2]), daß es sich um ein polymeres Gynaeceum handelt, daß die Narben der einzelnen Karpelle von einander unabhängig sind, und daß jene gefelderte Fläche größtenteils zusammengesetzt ist aus den oberen Dorsalhälften der Fruchtblätter, die miteinander verschmelzen.

Mit diesen Feststellungen war der gröbere Bau der Blüte aufgeklärt. Aber von der feineren Struktur blieben mehrere Eigenschaften unbekannt, die für das Verständnis der Blüte wesentlich sind und für die Beurteilung der sonderbaren Gattung ins Gewicht fallen.

1. Innen-Staminodien von *Eupomatia*.

Solche Mängel bot zunächst die Kenntnis der sogen. „Innen-Staminodien". Schon R. BROWN bezeichnet sie als ein eigenartiges Element im Bau der Blüte von *Eupomatia laurina*; er bemerkt bereits, infolge ihrer großen Zahl und ihrer Lage versperrten sie vollständig jeden Weg zwischen Antheren und Narben. Eine nähere Beschreibung aber haben auch die Späteren davon nicht gegeben. Es sind über 30 fleischige Blätter, die in spiraliger Folge, die Staubblätter fortsetzend, dem Rande der schüsselförmig vertieften Achse und sogar dem oberen Teile ihrer Innenfläche entspringen. Die äußersten sind etwa eiförmig, hart zugespitzt, und sehen aus, als entsprächen sie dem sterilen Basalteil der fruchtbaren Staubblätter. Weiter einwärts werden sie größer, stumpfer, petaloid und erinnern in der Textur an manche Anonaceen-Petala; sie bilden ein wagerechtes oder gar etwas vertieftes Dach über der Scheitelfläche des Gynaeceums (Abb. 1). Die inneren verkürzen sich wieder, bei den innersten ist sozusagen nur noch der dicke Basalteil entwickelt. Am Rande sind diese Gebilde mit einem hellfarbigen Saume versehen. Dieser Besatz ist bisher von niemandem erwähnt, obwohl die oben genannte Zeichnung Franz Bauers ihn durch eine feine Linie bereits andeutet. Er wird gebildet von zahlreichen dicht gedrängten Trichomen (Abb. 2 A); sie entspringen einem zartwandigen Gewebe am Rande der „Staminodien“, sind einzellig, nur 6—8 μ breit, werden aber 10—12 mal so lang; im Inneren enthalten sie Eiweißstoffe und Fett; ihre Wandung scheint, soweit dies bei dem in verdünntem Alkohol konservierten Material sichtbar ist, gummiartig zu verschleimen. Äußerlich erinnert dieser zarte Filzsaum etwas an manche Narbengewebe, z. B. an das von *Paeonia*; nur daß die Haare länger, dünner und noch dichter zu-

---

[1]) General Remarks on the Botany of Terra Australis. Appendix zu FLINDERS Voyage to Terra Australis, p. 597, Tab. 2 (1814).

[2]) Adansonia IX, 22—28, pl. II (1868).

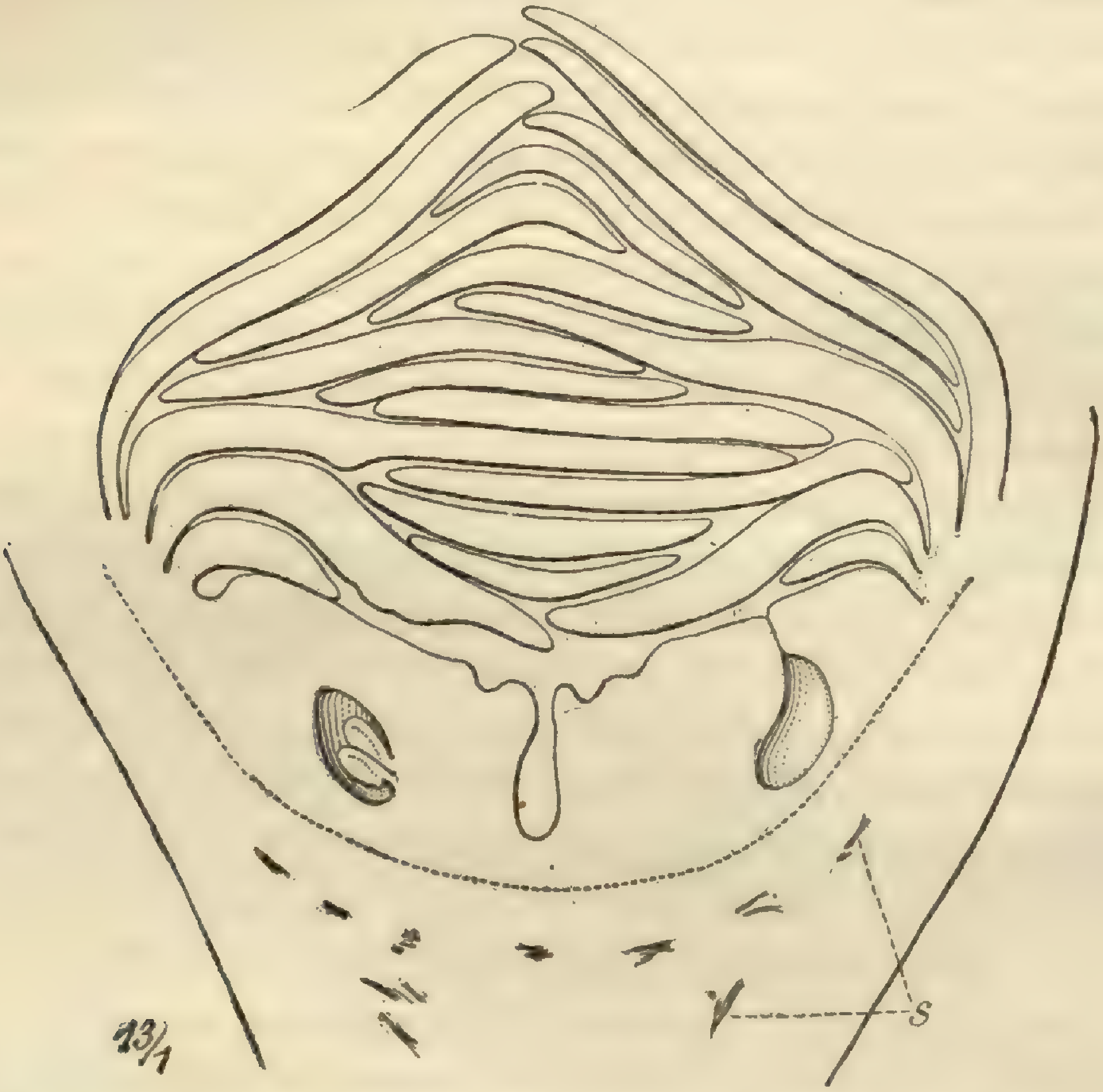


Abb. 1. *Eupomatia laurina* R. Br. Längsschnitt durch die Blüte vor der Anthese. Perianth- und Staubblätter sind entfernt. Die Innen-Staminodien decken den Scheitel des Ovariums. *S* Sekretschläuche in der Achse.

sammengedrängt sind als bei der *Paeonia*-Narbe. Auffallend stark ist der Gegensatz dieser Randsäume zu den völlig glatten Flächen der Staminodien, die eine kräftige, mit starker cuticularisierter Außenwand versehene Epidermis besitzen. Doch muß erwähnt werden, daß mitunter auch auf den Flächen inselförmige Stellen mit jenem Filze bedeckt sind; eine Regel für das Auftreten solcher Filzinseln habe ich nicht wahrgenommen.

Ihren histologischen Merkmalen und dem Wesen ihrer Inhaltsstoffe nach sind es Futterhaare, die jene Randsäume bilden

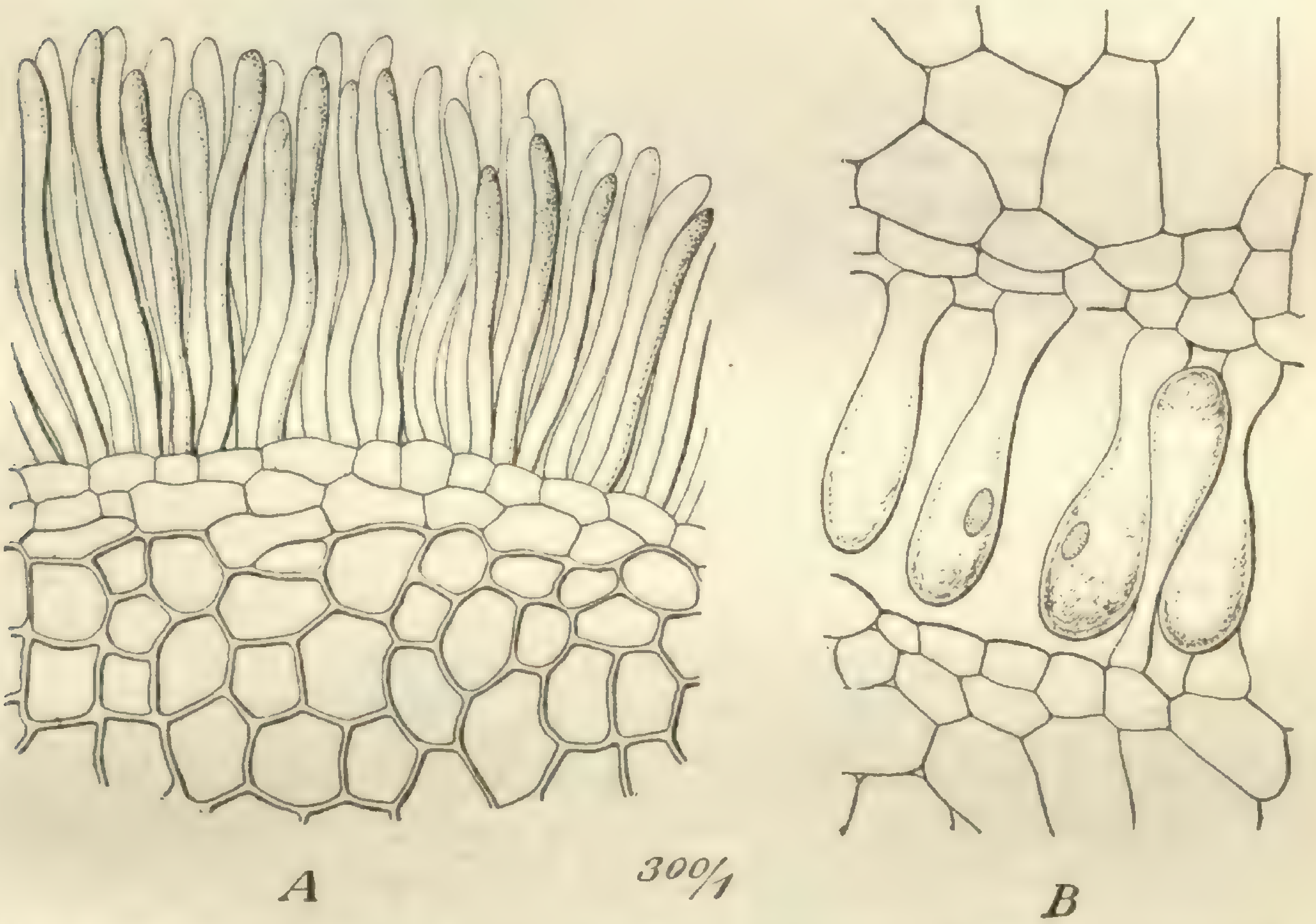


Abb. 2. *Eupomatia laurina* R. Br. *A* Teil des Randes eines Innen-Staminodiums mit Futterhaaren. *B* Stück des Narbengewebes.

Sie entsprechen den von PORSCH[1]) beschriebenen Haaren des Callus am Labellum der *Maxillaria rufescens* Lindl. Doch sind sie davon verschieden durch die Zusammensetzung und die Einheitlichkeit ihrer Wandung; eine Membranverdickung am Grunde fehlt ihnen, sie brechen daher nicht wie die *Maxillaria*haare leicht ab, sondern bleiben vielmehr mit dem Staminodiumkörper in festem Verband. Ihre Rolle in der Oekologie der Blüte ist eine andere. Sie bilden nicht die hauptsächliche Beute der besuchenden Insekten, sondern bieten ihnen nur gewissermaßen die Vorspeise; zugleich öffnen sie einen bequemen Zugang zu den inneren Geweben der Staminodien. Daß dieser häufig benutzt wird, geht schon aus ROBERT BROWNs Bemerkung hervor, daß „gewisse kleine Insekten" die „petaloiden Filamente" verzehren, während sie die echten Staubblätter unberührt lassen. Näheres lehren die blütenbiologischen Beobachtungen von HAMILTON, die weiter unten zu besprechen sind.

---

[1]) Österr. bot. Zeitschr. LV (1905), 168—178.

Die zweite Art, *Eupomatia Bennettii* F. v. M., die mir nur aus Abbildung und Beschreibung bekannt ist, besitzt gleichfalls jene Staminodien. Sie sind sogar größer und lebhafter gefärbt, weichen aber anscheinend durch andere Bildung des Randes ab. Wenigstens erwähnt keiner der Autoren einen fortlaufenden Filzsaum. Dagegen sollen sie „ansehnliche, gestielte, kugelige Drüsen" haben und „am Rande mit gebüschelten Haaren" besetzt sein; die inneren hätten nur jene Drüsen. So beschreibt es HOOKER in Botan. Magaz. t. 4848. BAILLON[1]) spricht von „glandes saillantes, capitées"; aber er erwähnt sie nur für die inneren Staminodien, während er die äußeren ganz kahl nennt. Solcherlei Trichom-Formen, sowohl gestielte Drüsen, wie Büschelhaare, fehlen bei *Eupomatia laurina*; ich kann also näheres darüber nicht mitteilen. Die Art muß vorläufig außer Betracht bleiben, um so mehr, als man über ihre Bestäubung nichts weiß.

2. Gynaeceum von *Eupomatia*.

Einwärts von den Staminodien sind die Fruchtblätter der vertieften Achse eingefügt. Wie erwähnt, hat BAILLON wichtige Eigenschaften des Gynaeceums zuerst richtig beschrieben. Auch auf seine Entwicklungsgeschichte ist er eingegangen und hat ihre Phasen an *E. Bennettii* verfolgt (Adansonia IX, 23). Ob für diese Art seine Schilderung in allem zutrifft, kann ich nicht nachprüfen, sie macht aber einen etwas schematisierten Eindruck. Bei *E. laurina* jedenfalls verhält sich einiges anders. Vom jungen Fruchtblatt der *E. Bennettii* heißt es bei BAILLON a. a. O.: „puis son sommet s'atténue en dedans et constitue un style court dont l'extrémité se renfle et se recouvre de papilles stigmatiques". Bei *E. laurina* sieht man nichts von einem solchen Vorgang. Wie bei ihr die Entwickelung des Gynaeceums vor sich geht, erläutert Abb. 3 an 3 Stadien. Die Fruchtblätter entfalten sich in spiraliger Folge an der schüsselförmigen Achse und zeigen stark gefördertes Wachstum an der Dorsalseite; dies hat BAILLON zutreffend geschildert, doch ohne etwas abzubilden. Einen Griffel aber gibt es nicht. Die Spitze des Karpells, die infolge des gesteigerten dorsalen Wachstums etwas einwärts rückt, schwillt nicht an, sie ist auf der Ventralseite gefurcht und trägt an den Rändern dieser Furche die Narbenpapillen. Später, wenn das dorsale Wachstum in der von BAILLON richtig beschriebenen Weise weiter fortgeschritten ist, stellt jene Furche einen engen Spalt dar, den die Fruchtblattränder lippenartig umschließen. Die „Narbe“ steht also noch auf einer sehr niedrigen Stufe der Organisationshöhe, indem der stigmatöse Teil des Fruchtblatts, von den Papillen abgesehen, keinerlei morphologische Differenzierung erfahren hat. Phyletisch wäre also, was die Narbe angeht, *E. Bennettii* als progressiv zu betrachten, wenn BAILLONs Angaben über sie zutreffend sind.

---

[1]) Hist. des Plantes I. 251 f. (1867—69).

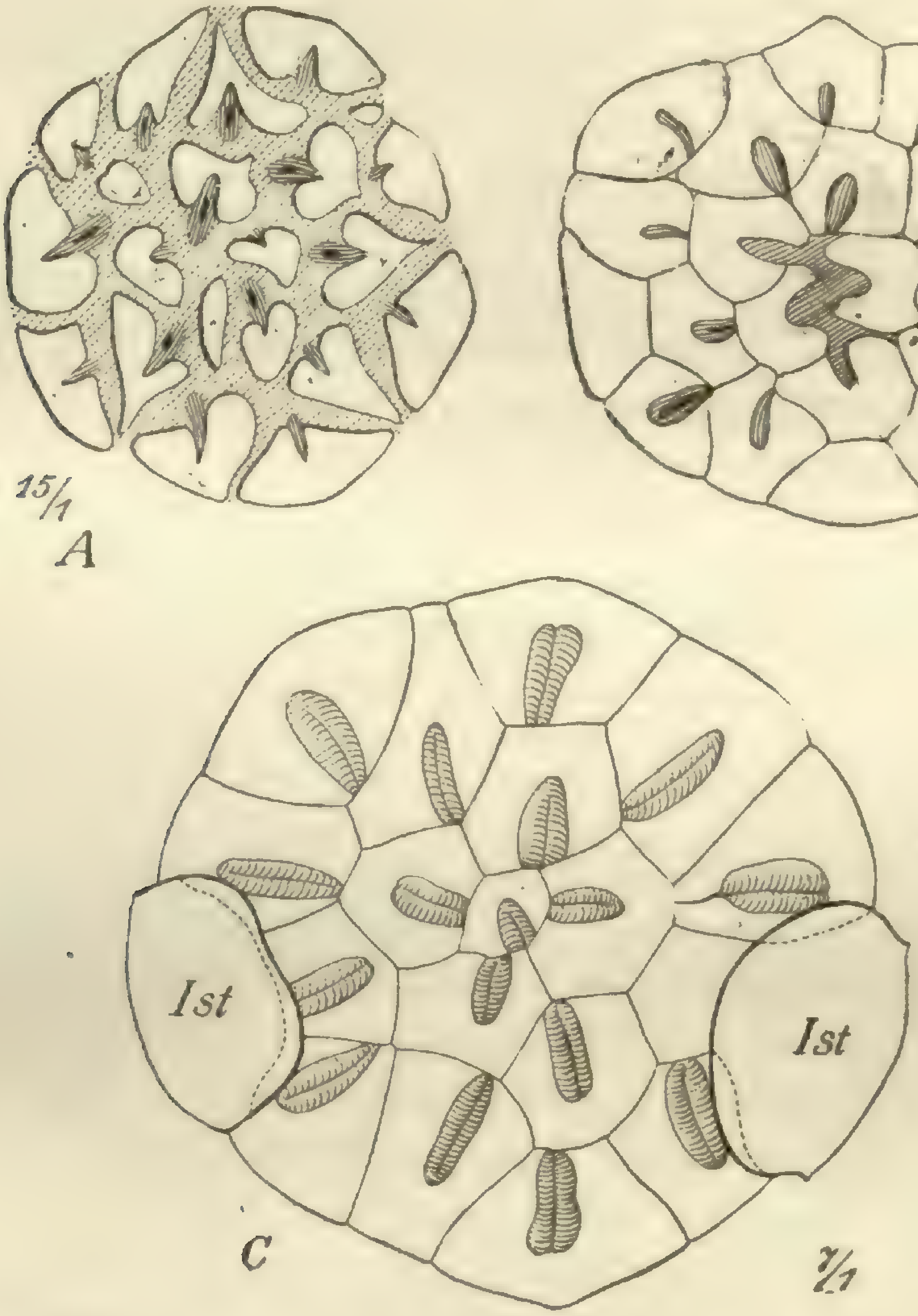


Abb. 3. *Eupomatia laurina* R. Br. Aufsicht auf das Gynaeceum. *A* von einer 12 mm langen Knospe. *B* von einer 15 mm langen Knospe. *C* von einer blühreifen Knospe. *Ist* die beiden innersten Innen-Staminodien.

3. Bestäubung von *Eupomatia*.

Die Bestäubung von *Eupomatia laurina* ist von ALEX. G. HAMILTON[1]) untersucht und ausführlich beschrieben worden. Die wichtigsten Tatsachen sind folgende. Die Blüte öffnet sich morgens und gibt einen sehr durchdringenden Duft von sich. Sie erhält regelmäßig massenweisen Besuch des Käfers Elleschodes (Curculionidae): HAMILTON schildert die geöffnete Blüte als „covered with a crawling mass of beetles“. An den Gliedmaßen und Haaren bepudern sich die Käfer reichlich mit Pollen. Sie lassen die Staubblätter unversehrt; dagegen zerfressen sie die Staminodien, beseitigen damit die Sperre nach dem Blüteninneren und gelangen schließlich bis zur scheibenförmigen Oberfläche des Gynaeceums. Auf dieser Fläche häuft sich daher „a mass of débris, excrement and pollen grains“. Aber in das Gynaeceum selbst dringen die Tiere nicht ein. Später, meist abends oder nachts, fällt der Ring von Staubblättern und Staminodien zu Boden, und zugleich damit die Käfer, die daran sitzen. Der Käfer scheint der alleinige Bestäuber der *Eupomatia*. „Denn trotz des starken Geruchs der Blüten, der in einer Entfernung von 18 Metern wahrnehmbar war, besuchte sie kein anderes Insekt, während nicht weit davon hunderte von Bienen, Schmetterlingen, Fliegen und anderen Käferarten an den Blüten eines Myrtaceen-Strauches bei der Arbeit waren.“

HAMILTON wirft a. a. O. S. 53 vom Standpunkt des darwinistischen Blütenbiologen die Frage auf, wie diese ungewöhnliche Bestäubungsweise entstanden sein könnte. „Here we have a flower so constructed as to cut off pollen from its stigmas completely unless it is placed there by extraneous means. What were the steps by which the plant developed a large number of sterile stamens adapted — first to cut off access of its pollen; and second to be attractive to beetles as food? And what caused first the beetles to visit the flower and so undo the self-imposed sterility of the plant? To these questions I am unable to offer any reply.“ Die nächstliegende Hauptfrage ist beantwortet durch den Nachweis der Futtersäume an jenen Staminodien: diese nahrhaften Gewebe machen sie „anziehend“ für die Käfer. Die tiefer gehende Frage, nach der Entstehung jenes Gewebes, kehrt wieder bei den Nektarien und allen übrigen für die Bestäubung wirksamen Blütenteilen. Näher darauf einzugehen, ist also hier nicht der Ort. So

---

1) Proc. Linn. Soc. New South Wales for 1897, vol. XXII, Sydney 1898, S. 50—54.

viel ist klar, daß man gegenwärtig, wo die rein selectionistische Betrachtung der Blüte nicht mehr allein herrscht wie zurzeit der großen Blütenbiologen, ältere entwicklungsphysiologische Vorstellungen unbefangener und wohlwollender überlegen wird, als es damals üblich war.

II. *Calycanthus*.

Daß *Eupomatia* ausschließlich von Käfern bestäubt wird, wie es HAMILTON nachgewiesen hat, war bereits von DELPINO[1]) vermutet worden, teils nach der Struktur der Blüte, teils nach der kurzen Angabe ROBERT BROWNS, gewisse kleine Insekten verzehrten die Staminodien, l. c. S. 598. DELPINO vergleicht sie zunächst mit *Calycanthus*, der er gleichfalls eine Käferblume zuschreibt.

Allerdings leiten ihn dabei nur die offen zutage liegenden Analogien in Blütenform, Farbe und Geruch.

1. Innen-Staminodien von *Calycanthus*.

Ich war durch meine Erfahrungen bei *Eupomatia* veranlaßt, den Ähnlichkeiten etwas gründlicher nachzugehen und besonders die Innen-Staminodien ins Auge zu fassen. Sie sind viel schmäler als die von *Eupomatia*, aber das wesentliche haben sie damit gemein: sie lassen gleichfalls eine Differenzierung in zwei verschiedene Stücke wahrnehmen. Bei *Calycanthus occidentalis* Hook. et Arn. sieht man die erste Andeutung davon bei den innersten Blättern der Blütenhülle vorn an der Spitze: im Gegensatz zu der dunkelroten Fläche erscheint sie weiß gefärbt. Umfangreicher dann bildet sich dies besondere Gewebe aus an der Spitze der Staubblätter; da stellt es einen stumpf-kegeligen Aufsatz dar, der sich ebenfalls schon durch seine weißliche Farbe von dem Dunkelrot des Konnektivs abhebt. Sehr deutlich endlich tritt es hervor bei den Innen-Staminodien (Abb. 4). Diese dick zungenförmige Gebilde sind ebenfalls dunkelrot gefärbt und besetzt mit anliegenden, einzelligen, ziemlich starkwandigen, spitzen und starren Haaren, die ja *Calycanthus* kennzeichnen. In ihrem vorderen Teile aber schwindet die Behaarung, der Saft der Epidermis hat keinen Farbstoff mehr, die zarten kleinen Zellen enthalten fettes Oel und sehr reichlich Proteinstoffe. Wenn man sie mit Sudan behandelt, so erscheint die Spitzenkuppe kräftig orangerot. Chemisch ist also das kleine Organ ein Seitenstück zu dem Futtersaum der *Eupomatia*-Staminodien.

---

[1]) Ulter. osservaz. sulla dicogamia S. 237 (Atti Soc. Ital. Sc. nat. Milano. XVI, XVII [1873, 1874]).

2. Bestäubung von *Calycanthus*.

Über seine Rolle bei der Bestäubung ist bisher nichts bekannt. Überhaupt sind über die Pollination bei *Calycanthus* meines Wissens keine Beobachtungen veröffentlicht. Ich habe die Literatur vergeblich darnach durchgesehen; auch die amerikanischen Schriften, soweit sie mir zugänglich sind, enthalten nichts derart. Darum habe ich versucht, wenigstens an kultivierten Pflanzen des Botanischen Gartens in Berlin-Dahlem die Bestäubungsart festzustellen und zu ermitteln, ob und wie weit sie an *Eupomatia* erinnert. Völlig befriedigende Aufschlüsse ließen sich dabei allerdings nicht erwarten. Denn die *Calycanthus*-Arten setzen in Norddeutschland oft keine Frucht an, normale Bestäubung wird also wohl häufig nicht stattfinden. In dem ungewöhnlich wärmearmen Sommer 1916 lagen die Dinge offenbar besonders ungünstig, denn selbst bei *Calycanthus occidentalis*, die in anderen Jahren noch am besten fruchtet, kamen zwar viele Blüten zur Entfaltung, doch der Insektenbesuch war spärlich und der Fruchtansatz sehr gering. Trotzdem gelang es mir, an dieser Spezies einige blütenbiologisch

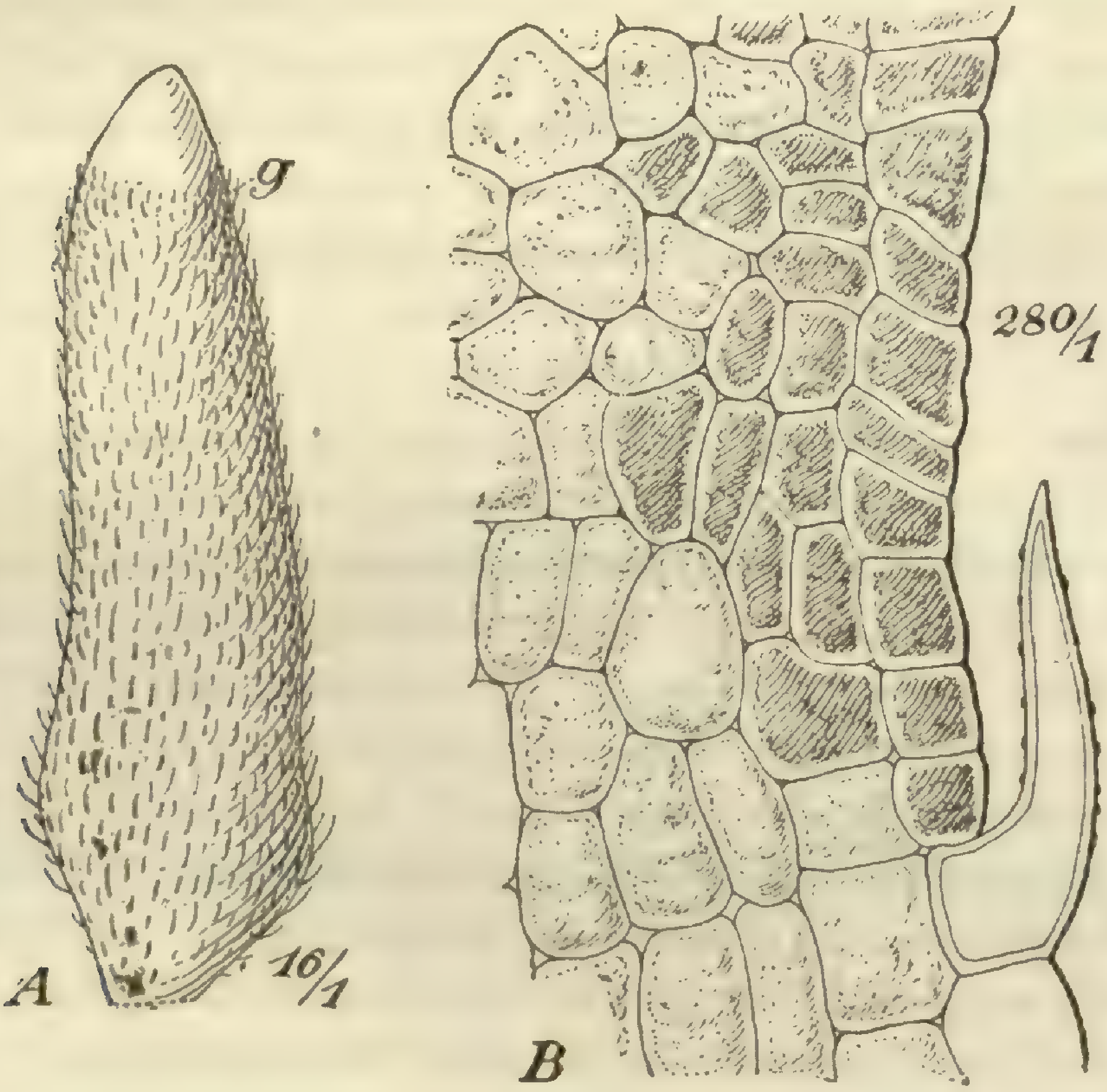


Abb. 4. *Calycanthus occidentalis* Hook. et Arn. Innen-Staminodium. *A* Gesamtansicht. *B* Stück aus dem Basalteil des Futtergewebes und der angrenzenden Partie (bei *g* in *A*).

wesentliche Tatsachen zu ermitteln. Die Blüte ist bei uns ausgesprochen protogyn. Wenn die Antheren noch fest geschlossen sind, stehen die Innen-Staminodien schräg auswärts und die langen fädigen Griffel ragen in voller Reife aus der Tiefe der Blüte hervor. Dann schrumpfen sie und sind bereits vertrocknet, bevor der Pollen aus den Fächern frei wird. Wenn die Anthere stäubt, neigen die Staminodien schräger einwärts und schließen die Achsenhöhle. Autogamie scheint also in der Regel nicht möglich. Es war also geboten, an den *Calycanthus*-Sträuchern nach regelmäßigen Gästen ihrer Blüten zu suchen. Bei der kühlen Witterung blieb dies den Juni über ergebnislos: außer einzelnen Individuen einer Podanuriden-Art, die dort ein Versteck fanden, war kein Insekt an den Blüten zu erblicken. Erst Ende Juli fand ich wiederholt Soronia grisea (Nitidulidae)[1]) in den Blüten, und Anfang August, als für einige Zeit normales Sommerwetter herrschte, stellte ich mit diesen Käfern mehrfach wiederholte Fütterungsversuche an. In einer kleinen Glasdose, die sich mit der Lupe bequem überblicken ließ, reichte ich den Käfern einzelne noch nicht ganz erschlossene *Calycanthus*blüten, an denen das Perianth und die äußeren Staubblätter abgeschnitten waren, um die inneren Teile der Blüte sichtbar zu machen. Die Tiere wandten sich alsbald den Blüten zu, ließen die Stümpfe und Narben der abgeschnittenen Organe, ebenso die (ungeöffneten) Antheren und die roten Abschnitte der Konnektive und Innen-Staminodien unberührt, fraßen aber bald eifrig an den weißen Spitzen. Damit erwies sich diese Spitzenregion tatsächlich als Futterkörper. Mit dem Ausstäuben der Anthere vertrocknet ihr Gewebe; die Käfer werden also, um frisches Futter zu finden, in die jüngeren Blüten übergehen. Zugleich müssen sie beim Herumkriechen den mitgebrachten Pollen am Ende der fädigen Griffel an den Narben abstreifen. Auf diese Weise wird also die Fremd-Bestäubung der Blüte gesichert. Welche Insektenart diese Vermittelung in der Heimat besorgt, ist mir nicht bekannt; ich habe, wie schon erwähnt, darüber keinen Nachweis in der Literatur gefunden. Doch braucht man wohl nicht zu zweifeln, daß sie auch dort in der beschriebenen Weise durch irgendeine Käferart vollzogen wird.

Jedenfalls berechtigen uns meine Wahrnehmungen, die Blüten von *Calycanthus* zu den „Kantharophilen“ im Sinne DELPINOs zu rechnen.

---

[1]) Für die Bestimmung bin ich Herrn Dr. ZACHER dankbar verpflichtet.

III. Weitere käferblütige Ranales.

In der Klasse der Blüten mit „apparecchio a ricovero“ stellt DELPINO[1]) *Eupomatia* und *Calycanthus* zum „Magnolien-Typus“, dem er außer ihnen noch *Magnolia*, Nymphaeaceen und *Paeonia* einfügt, und dem er Kantharophilie zuschreibt[2]). Dieser Einordnung widerspricht das Ergebnis unserer näheren Untersuchung. Es bestätigt sich vielmehr, daß der Typus nicht so einheitlich ist, wie DELPINO annahm. Darauf deuteten übrigens schon frühere Angaben hin. *Nymphaea tuberosa* wird nach CH. ROBERTSON[3]) vorwiegend von pollensammelnden Andreniden bestäubt. Für *Nuphar* bezweifelt derselbe Autor die Anpassung an Käfer; „the beetles which occur“, sagt er, „I regard as worse than uselees“. Auch bei *Nelumbo*, wo nach DELPINO[4]) das Karpophor „wahrscheinlich“ den Bestäubern die Lockspeise liefere, hat ROBERTSON[5]) wenigstens bei *N. lutea* niemals etwas davon wahrgenommen.

Dagegen findet bei *Victoria regia* tatsächlich starker Käferbesuch statt, wie mehrfach bezeugt ist. SCHOMBURGK, der dies zuerst erwähnt, sagt: „a beetle (Trichius) infests the flowers to their great injury often completely destroying the inner part of the disc; we counted sometimes from 20 – 30 of these insects in one flower.“ Für das volle Verständnis der Blütenbiologie reicht diese Angabe leider nicht aus: man weiß nicht, was mit „inner part of the disc“ gemeint ist. Möglicherweise sind es, entsprechend dem *Eupomatia*-Fall, die „inneren Staminodien“ (= „Schließzapfen“), die von den Käfern verzehrt werden. Wir wissen durch KNOCH[6]), daß diese Organe nährstoffreich sind und namentlich einen fettartigen Körper enthalten, der bald nach dem Aufblühen noch eine auffallende Zunahme erfährt. Sie böten also eine geeignete „Lockspeise“. Ob sie es wirklich tun, muß in der Heimat der *Victoria* festgestellt werden. Jedenfalls scheint mir diese ökologische Bedeutung näher zu liegen, als die Vermutung von KNOCH, der sie dem „Heizapparat“ der Blüte zurechnet, weil er bei Staubblättern, Schließzapfen und Karpellanhängseln eine starke Erwärmung während der Anthese festgestellt hat. Unter der Annahme, daß diese Wärmeproduktion in der Heimat ebenso verläuft wie bei uns im

---

[1]) Ulter. osserv. S. 236.

[2]) Ebendort S. 230, 234, auch 214 f.

[3]) Bot. Gaz. XIV (1889) 123—125.

[4]) Ulter. osserv. S. 235.

[5]) Bot. Gaz. XIV (1889) 297.

[6]) E. KNOCH, Untersuch. über die Morphologie, Biologie und Physiologie der Blüte von *Victoria regia*. Bibl. Botan. 47. (Stuttgart 1899) S. 45—46.

Warmhaus, bleibt es doch sehr zweifelhaft, ob in den heißen Äquatorialgegenden solche Erwärmung, eine warme „Herberge" wie DELPINO sich ausdrückt, den vorausgesetzten Anreiz für die Bestäuber bildet, ja, ob sie überhaupt ökologisch wirksam ist. Auch bei *Eupomatia* spielt ja die „Herberge" keine Rolle, weil die Käfer das schützende Dach zerstören, ehe sie hineinkommen.

Von den übrigbleibenden Vertretern des kanthrarophilen „Magnolientypus" ist keiner genauer auf die Bestäubung untersucht. Wenn für *Paeonia Moutan* DELPINO von Cetonien spricht: „intente a rodere il disco carnoso rosso che avvolge il pistillo nella regione ovariana", so ist das offenbar nicht beobachtet, sondern vermutet. Ich habe an *Paeonia albiflora* keine Käfer in der Blüte wahrgenommen, dagegen sehr zahlreiche pollensammelnde Bienen.

IV. Käferblumen und Phylogenie der Angiospermen.

Die Käferblütigkeit bei Angiospermen gewinnt heute einen besonderen Wert für die phyletische Beurteilung anthobiologischer Tatsachen. Denn vor kurzem ist gerade diese Form der Entomogamie bei den Cycadaceen sicher gestellt worden. Wir wissen jetzt, daß südafrikanische *Encephalartos* durch Käfer bestäubt werden: RATTRAY[1]) hat Antliarhinus zamiae zahlreich sowohl auf den ♂, wie den ♀ Zapfen dieser Gattung beobachtet; das Tier legt seine Eier in die Ovula und zerstört dadurch viele, ist aber offenbar zugleich unentbehrlich für erfolgreiche Bestäubung. Wie MARLOTH[2]) sagt, liegt der Fall ganz ähnlich dem der Yucca-Motte.

Diese Feststellungen lehren, daß unter den Gymnospermen nicht nur die für progressiv gehaltenen Gnetales entomogame Züge entwickelt haben[3]), sondern daß auch unter den Cycadaceen Entomogamie vorkommt. Wie wichtig dies ist, liegt auf der Hand. Denn die neue Erfahrung erschüttert die stärkste Grundlage der Ansicht, die Entomogamen hätten sich allgemein aus Anemogamen entwickelt. Es fallen damit auch die von H. MÜLLER gezogenen Folgerungen[4]), die ersten Anpassungen an Insektenbesuch hätten sich an Anemophilen vollzogen, und es seien „zuerst Windblüten von Insekten besucht worden". Heute erscheinen uns Entomogamie und Anemogamie als zwei Bestäubungsweisen, die schon bei den

---

[1]) G. RATTRAY: Notes on the Pollination of some S. A. Cycads. — Trans. Roy. Soc. South Africa III, 259 (1913).

[2]) The Flora of South Africa I, 263 (1913).

[3]) Vgl. O. PORSCH in Ber. D. Bot. Ges. XXVIII (1910) 404—412.

[4]) Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. Leipzig 1873. S. 430.

Gymnospermen nebeneinander bestanden, die also wohl auch bei den Angiospermen als phyletisch gleichwertig zu betrachten sind. Man kann oekologisch nicht sagen, Windbestäubung sei unvollkommener als Insektenbestäubung; denn beide Wege sind durchaus divergent. Bisher glaubte man, phylogenetisch lasse sich die eine von der andern ableiten; jetzt wissen wir, daß auch dies nicht möglich ist. Wir gewinnen damit eine freiere Stellung zu den Fragen nach der Stammesgeschichte der Angiospermen und ihrer phylogenetischen Gliederung.

Das Interesse an diesen Fragen, das ja in den letzten 10 Jahren wieder besonders lebhaft geworden ist, hat dazu geführt, neben den altbekannten Merkmalgruppen auch neu erschlossene Gebiete der morphologischen Forschung für die Stammesgeschichte nutzbar zu machen. Am stärksten sind die Bemühungen auf embryologischem Gebiete gewesen; doch haben sie in jener Hinsicht keine großen Erfolge erzielt. Gruppen, die man morphologisch als primitiv betrachtet, zeigen ganz normalen Embryosack, wie etwa *Drimys*[1], oder die Anonaceen[2]) oder *Magnolia*[3]), deren Bearbeiter zu dem Schlusse kommt (p. 11): „It would seem then that if the problem of the origin of angiosperms is to be solved this must come about principally as a result of investigations of other features than the embryosac.“ Die Variationen des embryologischen Bildes bei den Angiospermen stammesgeschichtlich zu verwerten, ist nicht gelungen, und konnte nicht gelingen. Denn der Bau des Embryosacks ist bei ihnen gefestigt und im ganzen einheitlich, systematisch begrenzte Sondertypen gibt es wenige. Da sind phyletische Erträge also nicht zu erwarten.

Bessere Aussichten verheißt das Gebiet der Blütenbiologie. Hier herrscht Mannigfaltigkeit und Wechsel; viele Typen sind bestimmten Verwandtschaftsgruppen eigen; es bieten sich zahlreiche Verbindungen, Fortschritte, Rückschritte. Diese Aufschlüsse müssen die morphologische Bewertung des Blütenbaues erleichtern und fördernd wirken, wenn es sich um phyletische Fragen handelt.

In diesem Zusammenhang sind die oben besprochenen käferblütigen Gattungen noch mit einigen phylogenetischen Bemerkungen zu versehen.

---

1) STRASBURGER, Die Samenanlage von *Drimys Winteri*. In Flora 1905, Erg.. Bd., S. 215.

2) A. OES in Verhandl. Naturf. Ges. Basel XXV. (1914.) 168—177.

3) W. E. MANEVAL, The Development of Magnolia and Liriodendron, including a Discussion of the Primitiveness of Magnoliaceae. Bot. Gaz. LVII, 1—31 (1914), pl. I—III.

Als Gattungen der Ranales mit spiraligem polymeren Androeceum und Gynaeceum gehören sie zu denjenigen Angiospermen, die von der Mehrzahl der Autoren als ursprünglichere betrachtet werden. Auch wegen der terminalen Einzelblüten und der Ausbildung des Staubblattes, mit kurzem Filament, langer Anthere und steriler Spitze, würden sie als primitive Typen gelten. In diesem Sinne sind ja alle diese Strukturen oft besprochen und bewertet worden, und z. B. in ARBER und PARKINs bekanntem Aufsatz über den Ursprung der Angiospermen[1]) erscheinen sie unter den Merkmalen, die die Blüte, der „Eu-Anthostrobilus“, bei den unmittelbaren Vorfahren der Angiospermen gehabt hätte. Neben ihnen sind dort noch weitere „Urformen“ der Organe für diese Vorläufer gefordert, aber zugleich wird zugestanden, daß keine Angiosperme zu finden sei, die diese als primitiv aufgefaßten Blütenmerkmale sämtlich vereinigte, ja daß man nicht einmal anzunehmen brauche, es hätte eine solche Blüte jemals gegeben. Um so wichtiger seien Typen, welche wenigstens mehrere solcher primitiver Charaktere erhalten hätten, wie die Magnoliaceae, Ranunculaceae, Nymphaeaceae und Calycanthaceae unter den Dikotylen, die Alismataceae, Butomaceae und Palmae unter den Monokotylen. Vergleicht man *Eupomatia* mit diesen „altertümlichen“ Gruppen, so trifft man im Perianth und im Gynaeceum auf Unterschiede, die es verdienen, phyletisch etwas allgemeiner betrachtet zu werden.

Ein Perianth fehlt bei *Eupomatia* — und *Himantandra* —, die Blüte wird umhüllt von 1 bzw. 2 umgestalteten Hochblättern. Nach der gewöhnlichen Auffassung wäre dieser Modus abgeleitet. ARBER und PARKIN weisen darauf hin, daß perianthlose Blüten meist bei dichtblütigen Pflanzen vorkämen, und daß einzelstehende nackte Blüten mit vielen Staub- und Fruchtblättern uns „beinahe unbekannt wären.“ Im Hinblick auf diese beiden Tatsachen glauben sie, daß alle rezenten Angiospermen von Formen mit augenfälligem Perianth abstammen; wo ein solches fehle, habe Abort stattgefunden. Sie sind also geneigt, ein ursprüngliches Perianth anzunehmen, das einerseits den Sporophyllen und andererseits den Laubblättern gegenüber schon vollständig differenziert war, bevor die rezenten Angiospermen in Erscheinung traten. Unsere Gattungen ebenso wie die Magnoliaceen bestätigen diese Schlüsse nicht. Bei *Calycanthus* findet bekanntlich ein ganz allmählicher Übergang von bracteoiden Hochblättern über petaloide Gebilde zu Staubblättern und inneren Staminodien statt; hier ist ganz klar, daß zwischen allen diesen Gebilden kein Wesensunterschied besteht. Die Blüte von *Calycanthus* entspricht vielmehr einem Typus, den HALLIER nur als theoretisches Gebilde längst vergangener Zeiten kennt, wenn er sagt[1]): „Comme la feuille des fougères inférieures a encore servi à la fois pour les deux fonctions de la nutrition et de la reproduction, et que ce n'est que progressivement qu' il s'est établi une différenciation en trophophylles et sporophylles, il doit avoir existé primitivement des formes de transition entre les bractées et les sporophylles, mais cette période de transition graduelle des bractées en sporophylles est très reculée, contemporaine de Cycadophytes éteintes, peut-être même des Ptéridospermes ou des fougères, chez lesquelles il ne pouvait pas encore être question d'étamines.“ Im Sinne dieser Vorstellung wäre *Calycanthus* also ein lebender Zeuge jener „weit zurückliegenden Periode“. Doch wenn wir bedenken, daß sie stammverwandt ist mit Formen wie *Eupomatia*, *Himantandra* und verschiedenen Monimiaceen, so müssen wir schließen, daß es nicht ankommt auf den schrittweisen Übergang von Bracteen zu Sporophyllen. Sehen wir doch an diesen, daß durch Umbildung der obersten rein vegetativen Hochblätter auch ein scharfer Gegensatz zwischen beiden Sphären ausgeprägt sein kann. Wichtig aber ist, daß auch bei ihnen die Fertilität der Mikrosporophylle allmählich abklingt und dadurch ein mehr oder weniger steril bleibender Abschnitt zwischen Mikro- und Makrosporophylle eingeschaltet wird. Denn darin liegt ein Unterschied von der Norm der Angiospermen, den man für phyletisch wichtig halten muß, weil er eben diejenige Sphäre des Organismus betrifft, in der sich die phyletische Entwickelung der Angiospermen vorzugsweise vollzogen hat.

---

[1]) Journ. Linn. Soc. Bot. XXXVIII (1907) 29—80.

Diese eigentümliche Ausbildung kennzeichnet sich oekologisch als eine der Bestäubung dienstbare Organisation, als eine Einrichtung, die Futtergewebe tiefer in die Blüte zu legen und damit die besuchenden Insekten außen mit dem Blütenstaub, innen mit den Narben in Berührung zu bringen. Sie entspricht der Lebensweise und den Gewohnheiten der Käfer und bietet zugleich eine gewisse Sicherheit dafür, daß sie den Pollen selbst verschonen.

Wenn es gerade die Käfer sind, denen jene Besonderheiten des Blütenbaues angemessen erscheinen, so liegt auch darin ein phyletisch beachtenswerter Umstand. Einmal deshalb, weil bei den Gymnospermen fortgeschrittene Kantharogamie vorkommt.

---

1) Arch. Néerland. Sc. Exact. et Nat., Sér. III B, Tome I, S. 187 (1912).

Aber auch im Hinblick auf die Angiospermen selbst. Heute besteht ja zwischen den Angiospermengruppen und den zugehörigen Insekten-Ordnungen annähernd ein Verhältnis direkter Proportionalität, was Häufigkeit und Formenfülle anlangt. Es erscheint das nächstliegende, für die Vergangenheit ein gleiches anzunehmen. Nun reichen nach HANDLIRSCH[1]) die Coleoptera zeitlich höher hinauf als die übrigen blumenbesuchenden Insektenklassen; sie sind vor allem in der Kreide viel stärker entwickelt, als die Dipteren, Hymenopteren und Lepidopteren, die alle drei erst im Tertiär einen größeren Aufschwung nehmen. Die Curculionidae im besonderen sind eine alte Käferfamilie, die schon im frühen Tertiär reich an Formen ist[2]).

Nach solchen phyletischen Daten über die Blumen-Bestäuber würde man also zu vermuten haben, daß unter den entomogamen Blütenpflanzen die Gruppen mit Käferblumen am frühesten zu stärkerer Entfaltung gelangt wären. Für die käferblütigen Ranales steht diese Annahme in gutem Einklang zu ihrem morphologischen Wesen.

Hier ist wichtig in ihren Vegetationsorganen die Mannigfaltigkeit des anatomischen Baues, in der Blütensphäre das allmähliche Auftreten der Mikrosporangien und ihr abgestuftes Zurücktreten vor der Ausprägung der Makrosporophylle. Diese schrittweise Fertilisierung der Anlagen in der Blüte bildet innerhalb der Ranales das gemeinsame bei unseren Gattungen. *Eupomatia*, *Calycanthus*, *Himantandra*, *Hortonia*, *Victoria* sind zwar deshalb nicht nächst verwandt; ihre Beziehungen zu den Magnoliaceen bzw. Anonaceen sind jedenfalls engere. Aber sie haben in ihren Blüten einen Zustand festgehalten, der bei den Vorfahren der heute lebenden Ranales vermutlich weiter verbreitet gewesen ist. Nach unseren Befunden an *Eupomatia* und *Calycanthus* entspricht jene Blüteneinrichtung der Bestäubung durch Käfer, und diese dürfen wir als eine primitive Form der Pollination betrachten. Morphologie und Anthobiologie der beiden Gattungen stimmen überein in ihren Ergebnissen und bringen gemeinsam neue Beiträge zu der Summe von primitiven Merkmalen, durch die die Ranales eine theoretisch so wichtige Reihe werden.

Ergebnisse.

1. Die Innen-Staminodien von *Eupomatia laurina* überdachen das Gynaeceum und schließen es nach außen völlig ab. Doch be-

---

[1]) Die fossilen Insekten (1908), Stammbaum IX, S. 1291.

[2]) HANDLIRSCH l. c. Stammbaum VII, S. 1279.

sitzen sie am Rande einen Saum dünnwandiger Haare mit nahrhaftem Inhalt. Diese Futterhaare bilden höchst wahrscheinlich die Lockspeise für den nach HAMILTON als Bestäuber wirkenden Käfer. Dadurch dringen die Tiere vor bis zur Scheitelfläche des Gynaeceums und laden dort den Pollen auf die Narben ab.

2. Die Innen-Staminodien von *Eupomatia Bennettii* bedürfen noch näherer Untersuchung.

3. Die Fruchtblätter von *Eupomatia laurina* haben keinen Griffel. Sie tragen die Narbenpapillen an den Rändern ihrer Spitzenregion, die sonst keinerlei Umbildung dabei erfährt.

4. Bei *Calycanthus occidentalis* sind die Innen-Staminodien (wie auch die Staubblätter) in ihrer Spitzenregion als ein Futterorgan entwickelt.

5. Dessen Gewebe wird bei Fütterungsversuchen von dem Käfer Soronia grisea abgefressen, der an Berliner Kulturpflanzen die Blüten besucht. Durch diesen Käfer kann somit bei den protogynen *Calycanthus* der Pollen zur Narbe übertragen werden. Wie die Bestäubung in der Heimat vollzogen wird, bleibt dort zu untersuchen.

6. Der „Magnolien-Typus“ der kantharophilen Pflanzen DELPINOs ist nicht einheitlich. Viele Nymphaeaceen sind nicht kantharogam. Bestätigt ist starker Käferbesuch nur noch für *Victoria regia*; es bleibt zu ermitteln, ob auch hier die eiweißreichen Innen-Staminodien die bestäubenden Käfer anlocken und ihnen zur Nahrung dienen.

7. Phylogenetisch ist die Käferblütigkeit mehrerer morphologisch primitiv erscheinender Ranales bedeutsam
   a) wegen der frühen Entfaltung der Käfer in der Erdgeschichte,
   b) wegen der Fälle von Käferblütigkeit bei Cycadaceen.

8. Damit wird eine neue Stütze gewonnen für die Anschauung, daß der Ast, dem die Ranales angehören, der älteste unter den zur Gegenwart gelangten Angiospermenästen ist.

70. Ludw. Geisenheyner: Teratologisches und Blütenbiologisches.

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 15. November 1916.)

I. Teratologische Beobachtungen an *Helianthus annuus* L.

Bekanntlich entstehen gefüllte Blüten hauptsächlich durch Vermehrung der Petalen oder durch Umwandlung der Stamina oder der beiden sexuellen Kreise in Petalen, und nicht selten kann man bei wildwachsenden Pflanzen den Beginn einer solchen Füllung beobachten. Bei den Kompositen versteht man dagegen unter einer gefüllten Blüte eine solche, die statt der typischen Form mit röhrenförmigen Scheiben- und zungenförmigen Strahlenblüten nur die eine Art, meist aber nur Zungenblüten sowohl im Rand als in der Scheibe hat. Bei *Helianthus annuus* ist die Form mit ausschließlich zungenförmigen Blüten nicht allzu selten und als var. *californica* bekannt. Anfänge dazu oder Übergänge von der Grundform zu dieser Blühform sind auch ab und zu zu finden; sie haben einen mehrreihigen Strahl von Zungenblüten, die nach innen zu kleiner werden, im inneren Teil der Scheibe aber nur Röhrenblüten. Bisweilen findet man aber auch in der Scheibenmitte eines sonst ganz normalen Körbchens ein Büschel oder einen Kranz von Zungenblüten, bei genauerer Untersuchung auch kleine grüne Hüllkelchblätter. Die Ursache dieser abnormen Bildung scheint mir noch nicht genau erforscht zu sein.

Im VIII. Jahrgange unserer Berichte (S. 231) hat P. RICHTER drei ähnliche monströse Blütenköpfe der Sonnenblume abgebildet und besprochen und es wahrscheinlich gemacht, daß hier die Ränder einer infolge äußeren Druckes entstandenen Einbuchtung zusammen gewachsen seien und dadurch ein Teil der Peripherie mit den Hüllblättern und den Zungenblüten nach dem Zentrum gedrückt worden sei. Daß dies möglich ist, hat ja KNY experimentell durch künstliche Spaltung der Blütenköpfe von *Hel. ann.* in einem sehr frühen Entwickelungsstadium bewiesen.[1] Eine Verallgemeinerung dieser Entstehungsweise ist aber wohl kaum angängig, ist auch von

---

[1] L. KNY, Über künstliche Spaltung usw. in Naturw. Wochenschr. von Dr. H. POTONIÉ N. F. IV. Bd. Nr. 47. 1905.

P. RICHTER schwerlich beabsichtigt worden; nicht einmal angedeutet hat er sie. Seitdem habe ich auf derartige Deformationen mehr geachtet, sie auch mehrfach gefunden, und zwar nicht nur an der Sonnenblume, sondern auch bei anderen Kompositen z. B. bei der Winteraster (*Tanacetum indicum* Sch. Bip.) und bei *Arnica montana.* Bei dieser trat sie an dem einzigen in der Nähe von Kreuznach gelegenen Standort einige Mal auf, und auch im Hengster bei Offenbach a. Main habe ich sie beobachtet. Daß bei den weit von einander stehenden Pflanzen auf ihre einzeln oder doch frei stehenden Körbchen ein länger andauernder Druck ausgeübt worden sein könnte, ist doch wohl undenkbar, und andauernd müßte er doch sicher eine zeitlang sein, um eine so tiefe Einbiegung des Randes hervorzubringen, daß die Randstellen am Eingange der Bucht sich nicht bloß berühren, sondern sogar miteinander verwachsen könnten. Ich könnte es mir vielleicht noch eher durch eine sehr frühzeitige Verletzung erklären und doch kommt mir auch das noch sehr unwahrscheinlich vor. Sollte es nicht noch andere weniger gezwungene Entstehungsmöglichkeiten für diese Zungenblütenschopfe innerhalb der Scheibe geben? Ich glaube eine derselben gefunden zu haben.

In der Gemarkung des nicht allzuweit von Kreuznach liegenden hessischen Ortes Wallertheim hat ein seit 25 Jahren in Rußland wohnender Deutscher, H. HOFFMANN, der bei Ausbruch des Krieges zuerst in Sibirien interniert wurde, dann später nach Deutschland abgeschoben worden ist, ein Stück Land zum Zwecke einer größeren Sonnenblumenpflanzung gepachtet. Auf seine Einladung hin besuchte ich sie am 9. August. Auf einer Fläche von mehr als 7 Morgen stehen zwischen 40 und 50 Tausend Exemplare. Der größte Teil der Stöcke, besonders der die aus russischem Samen gezogenen enthält, stand prächtig in Blüte und machte einen ganz ungewohnten herrlichen Eindruck, wozu noch der die ganze warme Luft schwängernde aromatische Duft hinzu kam. Die deutschen Kernen entstammenden Pflanzen sind höher als die anderen, waren aber gegen sie wohl um 14 Tage oder länger in der Entwickelung zurück, was zum Teil dadurch zu erklären sein dürfte, daß sie erst später zur Aussaat gelangen konnten. Unter den am Rande der großen Pflanzung stehenden Stöcken fiel mir einer auf, dessen aus 8 kleinen Köpfchen[1]) bestehender Blütenteil ein verwickeltes Knäuel bildete, das auch zwei Pseudofasziationen[1]) mit vollständiger Verwachsung der Köpfe enthielt. Da ich auch ein Paar Pflanzen mit prächtig panaschierten Blättern bemerkte, so richtete ich meine Aufmerksamkeit auf das Vorkommen von weiteren Abnormitäten, und das war nicht ergebnislos. Es fand sich nämlich ein großer Korb, bei dem die Scheibe nach der Mitte zu große Unregelmäßigkeit dadurch zeigte, daß aus dem mittleren Teile der im normalen Zustande so ebenen Oberfläche einige unregelmäßige Auswüchse hervorragten. Sie waren im unteren Teile fleischig und auffallend stark verdickt, dabei mit dem unteren Teil der Spreuschuppen so fest verwachsen, daß sie mir beim ersten Anblick wie die veränderten Basen dieser selber vorkamen; doch trugen sie, wie mir schien, sehr kleine abnorm gebildete Blütenknospen. Da ich hoffte, die Pflanzung bald wieder besuchen und dann die weitere Entwickelung dieser Bildungen verfolgen zu können, so bat ich mir den Kopf nicht zu näherer Untersuchung aus, sondern machte nur den Besitzer auf ihn aufmerksam mit der Bitte, ihn im Auge zu behalten. Leider habe ich ihn vor dem 4. Oktober nicht wiedergesehen und da war er infolge der sehr ungünstigen Witterung angefault. Um die so auffallende Mitte der Scheibe für mich zu retten, hatte Herr H. den Rand rundum in der Breite von 5 bis 6 Samenreihen entfernt und ich konnte so nun doch noch sehen, was sich aus den Wucherungen herausgebildet hatte. Der Scheibenrest war ganz buckelig geworden. Ziemlich in der Mitte trat ein kleines Köpfchen etwas aus der Fläche heraus, das von einer doppelten Reihe von Hüllblättern umgeben war. Abgesehen von seiner nicht kreisrunden, sondern länglichen Form (4,5 : 3 cm) war es ganz normal ausgebildet, doch waren die zungenförmigen Strahlenblüten bei der weit vorgeschrittenen Reife bereits abgefallen. Daß sie vorhanden gewesen sind, zeigte die Gestalt der randständigen Achänen. Um dies mittlere Körbchen herum standen nun noch fünf andere von ganz unregelmäßiger Form. Sie sind nicht aus dem Blütenboden losgelöst, auch nicht so vollkommen durch Hüllkelchblätter und Zungenblüten von der Hauptscheibe abgesondert, sondern haben solche nur nach der Mitte des Kopfes zu ausgebildet, und nach außen zu ist kein Unterschied zwischen den Achänen der sekundären und des primären Kopfes.

---

[1]) Ich habe die Pflanze nach der Fruchtreife wiedergefunden und gesehen, daß sie sich nicht im mindesten vergrößert hatten.

Die so vollkommene Ausbildung des mittleren Köpfchens scheint mir einen Wink zur Erklärung dieser Abnormität zu geben:

---

1) L. GEISENHEYNER, Über Fasziationen aus dem Mittelrheingebiet. Jahrb. des Nassauischen Ver. für Naturkunde in Wiesbaden, 63. Jahrg. 1910 S. 21.

ich glaube sie als eine florale Prolifikation des Blütenstandes deuten zu müssen. In O. PENZIG's Pflanzenteratologie ist eine derartige Mißbildung bei *Helianthus* nicht erwähnt, wohl aber macht M. MASTERS in der seinen[1]) bei Besprechung der median-floralen Prolifikation der Infloreszenz die Bemerkung, daß G. ENGELMANN[2]) diese bei *Helianthus annuus* anführe.[3]) Daß diese Erklärung bis jetzt meines Wissens noch nicht herangezogen worden ist, suche ich mir dadurch zu erklären, daß die sekundären Köpfchen völlig stiellos sind und sich zu Blütezeit noch gar nicht aus dem Rezeptakulum herausgelöst haben, daß darum zu dieser Zeit nur die ungewöhnliche Stellung der Zungenblüten auffällt und man bis jetzt nicht auf die Weiterentwickelung solcher abnormen Blütenköpfe geachtet hat. In den meisten Fällen wird diese auch durch Abschneiden des betreffenden Kopfes, vielleicht gerade zum Zwecke der Untersuchung, unmöglich gemacht. Mir wenigstens ist es so gegangen. Als ich den vorher besprochenen Kopf genauer angesehen hatte, wurde ich unwillkürlich an einen früher beobachteten erinnert, den mir im August 1906 mein Schüler HERM. ASCHOFF gebracht hat und an einen anderen, den ich gleichzeitig von dem Lehrer ALB. BLUM erhalten hatte. Aus der damals angefertigten Photographie und meinen Aufzeichnungen ersehe ich, daß der erste mit dem jetzt vorliegenden sehr große Ähnlichkeit hatte. Er zeigte in der Mitte der 39 cm im Durchmesser haltenden Scheibe einen Kranz Zungenblüten von 12 cm Durchmesser, der von grünen, normal gebildeten, mit dem Rücken nach außen gerichteten Hüllkelchblättern umgeben ist. Der Raum innerhalb des Kranzes bildet aber nicht eine einzige glatte Fläche, sondern es sind in ihr noch 4 kleinere Scheiben durch weitere Zungenblüten abgegrenzt, deren Blüten, wie ihre Entwickelung zeigte, um ein eigenes Zentrum orientiert sind. Von einer Beobachtung der weiteren Entwickelung konnte natürlich keine Rede sein.

Infolge des herrschenden Ölmangels ist die Anpflanzung der Sonnenblume schon jetzt in größerem Umfange in Aufnahme gekommen als früher, wo man sie eher als Zier- denn als Nutzpflanze zog; es ist auch anzunehmen, daß ihre Kultur künftig eher zu- als abnehmen werde. Sicherlich werden dann derartige Abnormitäten auch in größerer Zahl auftreten. Würde dann mehr Gewicht auf

---

1) Deutsche Ausgabe von UDO DAMMER, 1886 S. 126.

2) De Antholysi, Frankfurt 1832.

3) Ich habe die betr. Stelle vergeblich gesucht, da ich annehme, daß es sich nur um das Schriftchen „De Antholysi“ Frankfurt a. M. 1832 handeln kann.

die Beobachtung ihrer weiteren Ausbildung gelegt werden, so wird es sich auch feststellen lassen, ob meine Meinung richtig ist oder nicht.

Noch eine andere teratologische Bildung habe ich in diesem Jahre am *Helianthus annuus* gefunden, von der ich annehmen muß, daß sie bisher noch nicht beobachtet worden ist. Beim Vorübergehen an einem Vorgarten, in dem 3 Sonnenblumenstöcke standen, war mir im August aufgefallen, daß die eine ein Blütenkörbchen von wesentlich anderem Aussehen hatte, als alle anderen, indem es statt der konzentrischen Scheibenblütenkreise eine eigentümliche moospolsterartige Oberfläche zeigte. Ich hatte etwas derartiges noch nie gesehen und ging darum häufiger vorbei, um die Weiterentwickelung verfolgen zu können. Am 12. September kam es in meinen Besitz, da die Eigentümerin so freundlich war, es mir zu überlassen.

Schon die äußere Gestalt des Körbchens ist auffallend, obgleich sie nicht das Wesentliche ausmacht. Es ist nämlich nicht flach ausgebreitet, sondern senkt sich nach zwei gegenüberliegenden Seiten bis zum völligen Umschlagen. Die beiden anderen sind aber gehoben und bis fast zum Berühren der Oberfläche aufwärts gebogen, so daß beinahe eine sattelförmige Gestalt entstanden ist. Daß der Köpfchenstiel, von den herabgedrückten Seiten aus zusammengedrückt, einer Verbänderung ähnlich sieht, ist auch unwesentlich; solches Aussehen wird oft durch die Schwere des reifenden Kopfes dadurch bedingt, daß er sich nach einer Seite neigt. Die Hauptsache ist, daß die Scheibenblüten gänzlich fehlen und durch andere Gebilde ersetzt sind. Sieht man das Körbchen von oben an, so findet man statt ihrer eigentümliche Blätterwülste, kleinen Moospolstern ähnlich, in genau demselben regelmäßigen Stellungsverhältnis wie die Blüten. In des Mitte des Körbchens sind sie mehr gelblichgrün und so klein, daß sie von den gleichfalls gelblichen Spreuschuppen — bei der normalen Pflanze sind sie meist ganz dunkelgrün — mit ihren verlängerten Mittelspitzen weit überragt werden. Nach dem Rande zu werden sie lebhaft grün, wölben sich mehr und mehr und nehmen bedeutend an Größe zu, so daß die äußeren einen Durchmesser von 1,5 cm und mehr erreichen und polsterförmig aus der Ebene hervortreten. Daraus, daß sie da nun viel mehr Platz beanspruchen, erklärt sich wahrscheinlich das Umklappen der Randgegend nach unten resp. oben, also die Sattelform des Körbchens. Doch das nur nebenbei, die Hauptsache ist, daß genau dieselbe zentripetale Entwickelung der Polster stattfindet wie bei der Blütenentfaltung des normalen Korbes, und daß jedes der Polster aus der Umbildung einer normalen Scheibenblüte hervorzugehen scheint.

Bei der ersten Besichtigung dieser Gebilde wurde ich an Blütenkorbmonstrositäten erinnert, die ich im September 1912 in Münster a. St. unter einem großen Bestande von *Gaillardia picta* fand, der zum Zwecke gärtnerischer Verwendung angebaut war. Die Köpfchen hatten ein sehr auffallendes, am besten vielleicht als besenartig zu bezeichnendes Aussehen angenommen und von Blüten war kaum eine Spur zu finden; statt ihrer enthielt der Hüllblattkranz nur beblätterte Triebe von unbeschränktem Wachstum. Die Achänen sind stielartig gestreckt, der Pappus ist in einen ein- oder mehrblättrigen Kelch umgewandelt und aus ihm ragt oben ein mehr oder weniger verzweigter Stengel heraus, der mit linealen, nach der Spitze zu sich etwas verbreiternden alternierenden Blättern besetzt ist, wie die von Frl. DANZ gezeichnete Abb. 1 zeigt. Ganz ähnliche Umbildungen habe ich mehrfach bei *Taraxacum officinale* und bei verschiedenen *Crepisarten* gefunden und immer für foliare Prolifikationen gehalten. Und so glaubte ich auch in dem vorliegenden Falle bei *Helianthus* eine solche gefunden zu haben. Bei einer genaueren Untersuchung stellten sich aber starke Zweifel an der Richtigkeit dieser Auffassung ein. Denn

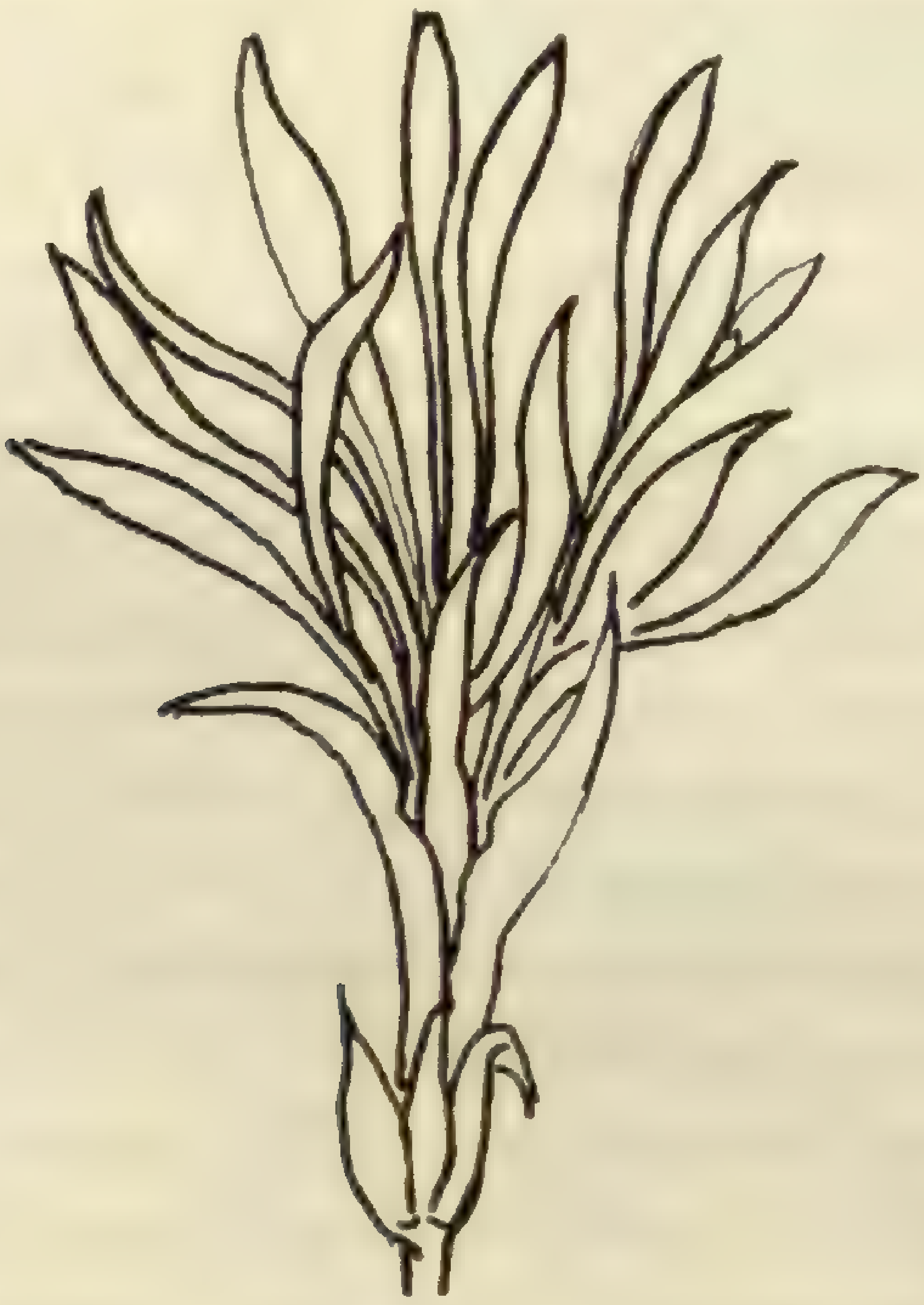


Abb. 1. Umgewandelte Blüte von *Gaillardia picta* 2/1.

von Blüten ist noch weniger als bei den vorhergenannten Arten zu finden, nicht einmal eine Andeutung des unterständigen Fruchtknotens. Das Rezeptakulum geht ohne jede Gliederung in eine achsenartige Wucherung über und diese wieder in ein vielfach verzweigtes aber stark gestauchtes Sproßsystem. Es besteht aus sehr kurzen, seitlich zusammengedrückten Achsen mit alternierenden Blättchen vom Charakter der Spreuschuppen, die sehr reichlich von parallellaufenden Nerven durchzogen sind. Es ist also „eine vollkommene Substitution der Blüte ohne das geringste Anzeichen eines Überganges“ aus ihr (Abb. 2). Eine ähnliche Monstrosität erwähnt M. T. MASTERS in seiner Pflanzenteratologie, S. 193 der deutschen Ausgabe von einer *Bidens*art, bei dem die Köpfchen statt der Blüten

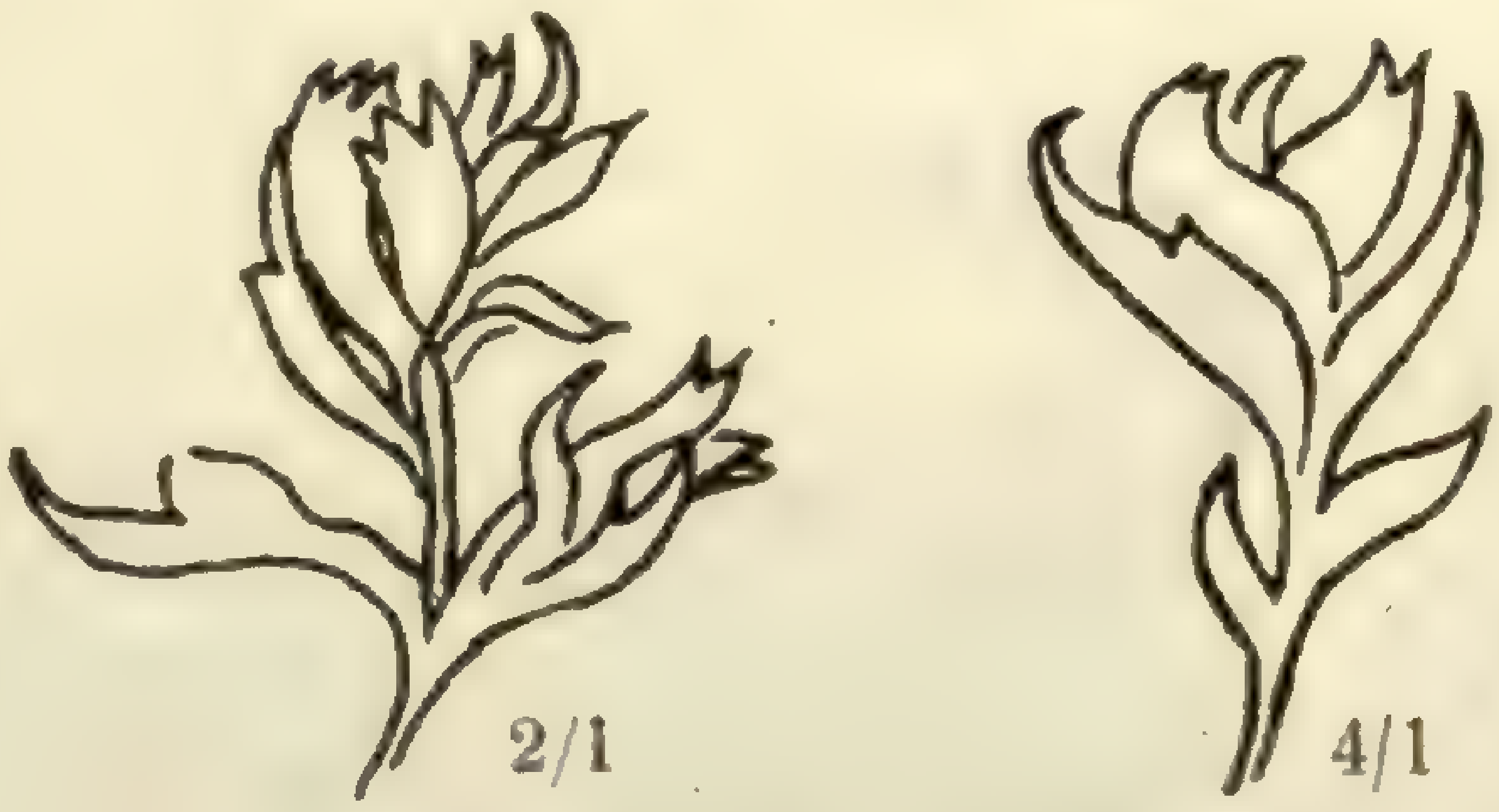


Abb. 2. Stückchen eines Sproßsystems in doppelter und 4facher Größe, das durch Umwandlung der Blüte bei *Helianthus annuus* entstanden ist.

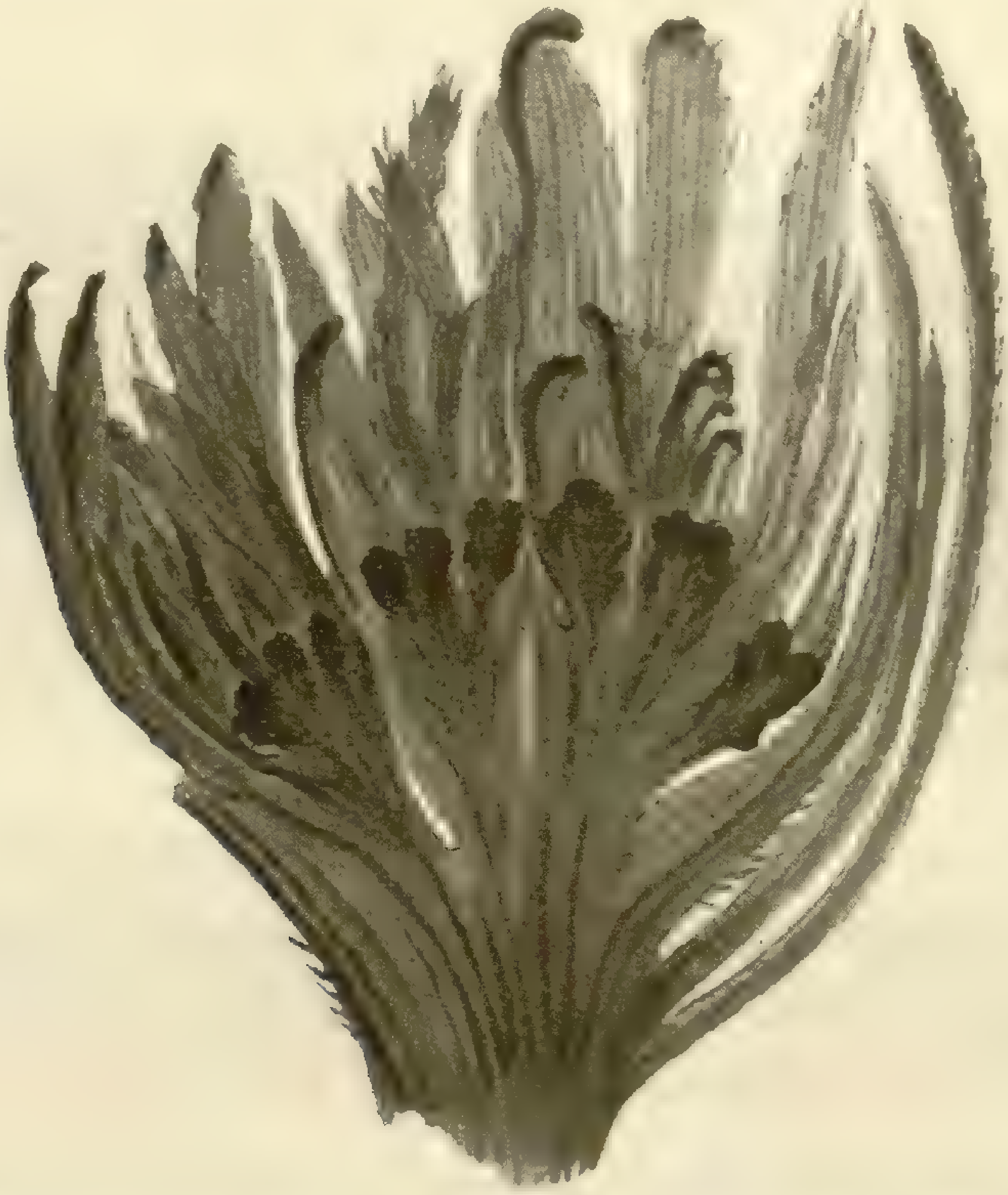


Abb. 3. Mikroskopische Ansicht eines Stückchens des Rezeptakulums.

Büschel linearer, gewimperter Brakteen im Involucrum enthielten und bemerkt dazu, daß auch v. CESATI einen analogen Fall bei *Carduus crispus* beschreibt und abbildet.[1]) Von *Helianthus annuus* scheint aber bis jetzt eine solche Anomalie nicht bekannt geworden zu sein.

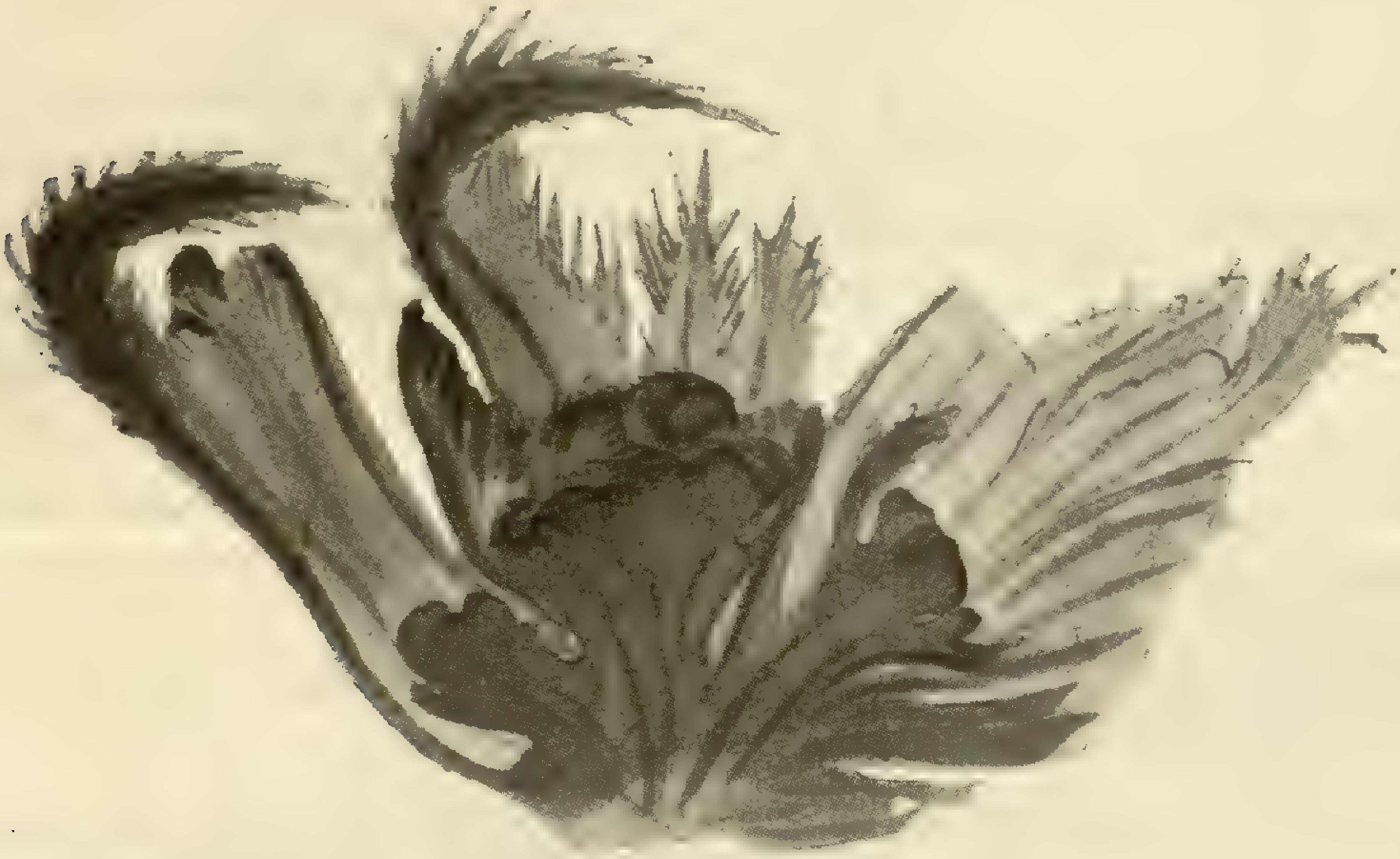


Abb. 4. Kleineres Stück desselben bei stärkerer Vergrößerung, wozu das Präparat durch Teilung und Flachdrücken erhalten wurde.

Da ich deshalb wünschte, es möchte das Exemplar erhalten bleiben, überwies ich es der Senkenbergischen naturf. Gesellschaft in Frankfurt und sandte es an Herrn Prof. Dr. MÖBIUS, der sich für diese auffallende Monstrosität sehr interessierte. Er untersuchte auch einzelne Stellen der Wucherungen und war so freundlich, mir einige Zeichnungen des mikroskopischen Bildes zu senden, wofür ich ihnen an dieser Stelle noch meinen besten Dank ausspreche.

Abb. 3 stellt einen Teil des statt einer Blüte entstandenen Sproßsystems dar und zeigt das dichte Gewirr von Blättchen und Sproßanlagen. Abb. 4 zeigt einen kleinen Teil davon bei stärkerer Vergrößerung ($^{30}/_{1}$) und Fig. 5 soll das Größenverhältnis der Zellen am Scheitel einer Sproßanlage andeuten.

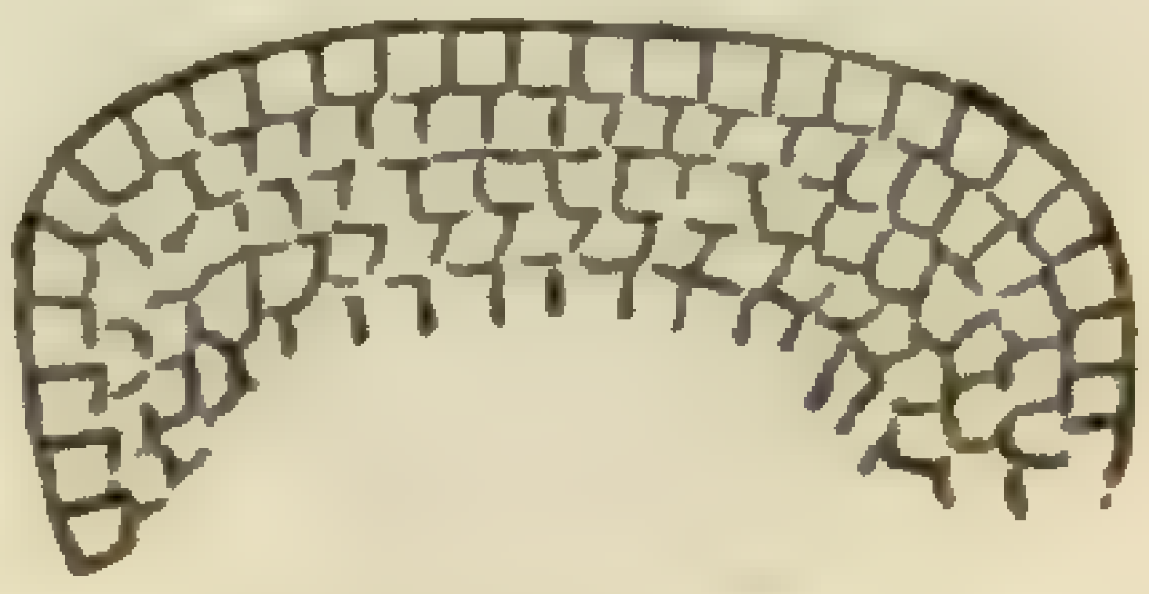


Abb. 5. Scheitel einer Sproßanlage bei sehr starker Vergrößerung.

---

[1]) Linnaea Band XI 1837 S. 301 (zitiert nach MASTERS).

Ende September erzählte ich dem Herrn HOFFMANN von meinem Funde des monströsen Kopfes in Kreuznach. Zu meinem großen Erstaunen erfuhr ich da von ihm, daß er in seiner Pflanzung zwei ebensolche Köpfe gefunden habe und daß auch in einem Garten in Wallertheim noch eine Pflanze stehe, die einen solchen sehr großen Kopf habe, den er mir zu verschaffen gedenke. Leider verschlechterte sich das Wetter um diese Zeit sehr; durch die einsetzende Kühle wurde die Reife der Pflanzen sehr verzögert, durch den häufigen Regen fingen die der Reife nahen Köpfe zu faulen an und stürmisches Wetter entwurzelte viele der schönen Gewächse. Erst am 4. Oktober war es mir möglich, nach W. zu fahren, um mir den Stand der Pflanzung anzusehen und das Versprochene zu holen. Da konnte ich aber nur einen Kopf aus der Pflanzung erhalten, da der andere noch nicht wiedergefunden war, und von dem großen 42 cm im Durchmesser haltenden nur noch einen Rest; denn, um ihn nicht ganz verderben zu lassen, hatte H. H. die fauligen Stellen ausgeschnitten. Der zeigte aber ganz genau dieselbe Bildung wie die beiden anderen und war auch am Rande, soweit dieser noch vorhanden, nach unten umgerollt. Meine Befürchtung, daß der noch in der Pflanzung stehende zugrunde gehen würde, hat sich glücklicherweise als irrtümlich herausgestellt, er ist am 10. November gefunden worden. Es scheint, als ob die beiden schlimmen Frosttage im Oktober, die die ganze schöne Pflanzung in ein Leichenfeld verwandelten, ihm nur insoweit geschadet haben, als durch den Frost nur der Weiterentwickelung ein Ziel gesetzt wurde, und daß er bei seinem geringeren Feuchtigkeitsgehalt dem Schicksal fast aller anderen, zu erfrieren, entgangen und hernach eingetrocknet ist. Seine Mumie zeigt aber auch die Zurückrollung zweier Randseiten und die Aufwärtshebung der beiden anderen bis zu gegenseitiger Berührung.

2. Zur Blütenbiologie von *Succisa pratensis* Moench.

Gelegentlich eines Spazierganges durch den Langenlonsheimer Wald (3. IX. 16) wurde ich wie schon früher einmal (3. IX. 06) im Lindel bei Winzenheim auf eine eigentümliche Art der Blütenentfaltung im Köpfchen von *Succisa pratensis* aufmerksam, die, wenigstens nach P. KNUTHS Handbuch der Blütenbiologie zu urteilen, sonst noch nicht beobachtet worden ist. HERM. MÜLLER sagt in „Blumen und Insekten“ S. 371, daß die 50—80 unter sich ziemlich gleichen Blüten sich von außen nach innen fortschreitend zur Reife entwickeln. Das ist zwar im ganzen richtig aber doch nicht ganz genau. Es wird darnach jeder annehmen müssen, daß sich zuerst die Blüten der äußersten Knospenreihe öffnen, dann die der zweiten, dann der dritten usw. bis zuletzt die Gipfelblüte aufgeht. So ist es aber nicht immer. Nach meinen früheren und den in diesem Jahre wieder gemachten Beobachtungen kommt nicht selten noch eine andere sehr auffallende Entfaltungsfolge vor, insofern nämlich das Aufblühen in zwei von einander entfernten

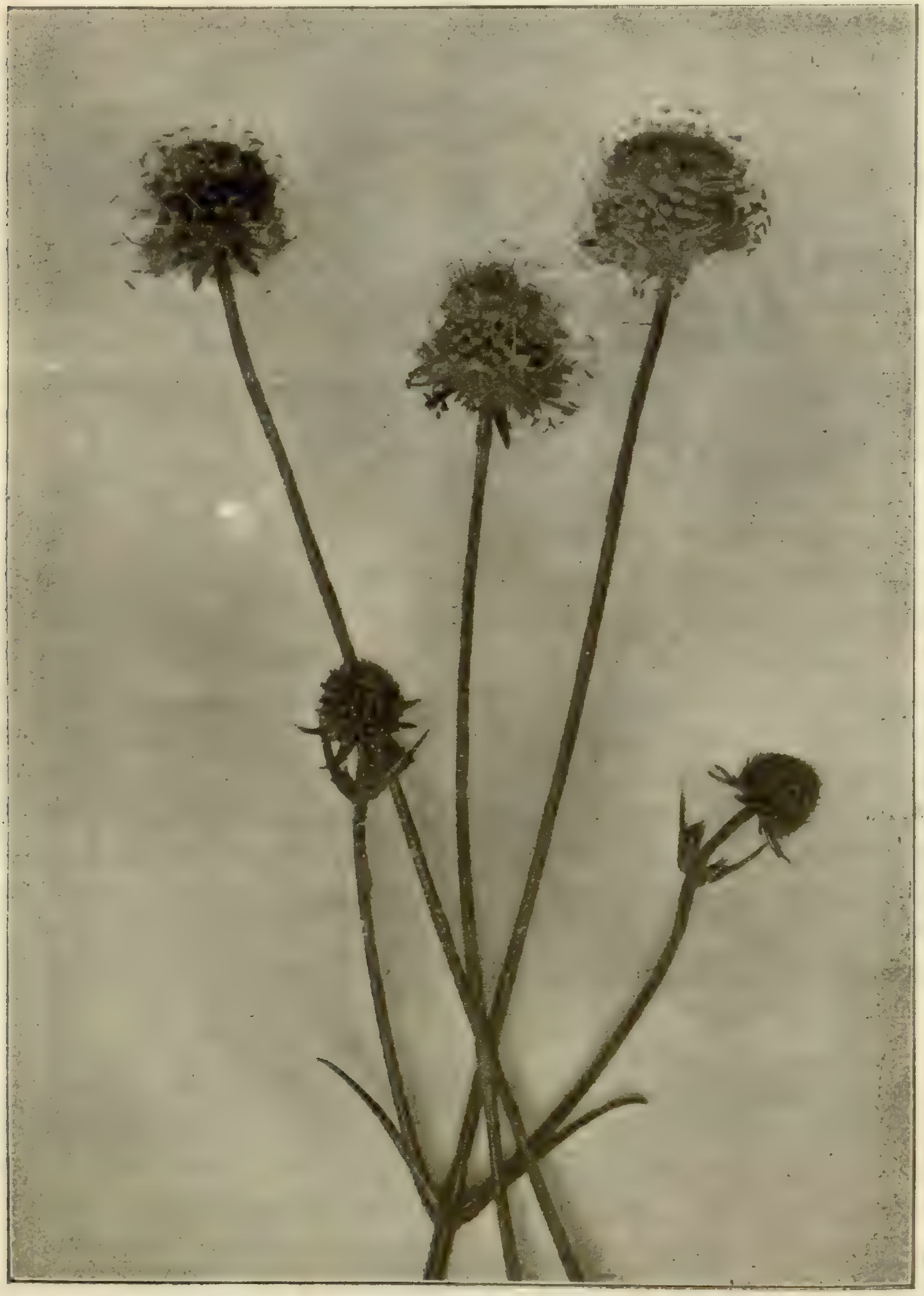


Abb. 6. Drei der am 3. September 1916 gefundenen Köpfe von *Succisa pratensis.*

Zonen gleichlaufend geschieht. Die untere beginnt mit der Öffnung der äußersten Knospenreihe, die obere ziemlich gleichzeitig mit der siebenten oder achten Reihe. Nach den im Jahre 1906 aufgelegten Pflanzen ist 1916 die Blütenentwickelung etwas später erfolgt, denn es waren nur erst sehr wenige Köpfchen am Blühen. Von den aufgenommenen war der Blühstand meist so:
In Reihe 1 stehen die Blüten nach dem Aufspringen der Antheren
,, ,, 2 ,, ,, ,, vor ,, ,, ,, ,,
,, ,, 3-6 ,, ,, ,, im Knospenzustande ,, ,,
,, ,, 7 ,, ,, ,, im weiblichen Zustande
,, ,, 8 ,, ,, ,, nach dem Aufspringen der Antheren
(wie in Reihe 1) und am Gipfel stehen noch neun Knospen. Bei einem anderen Köpfchen ist die Entfaltung genau dieselbe, nur am Gipfel stehen noch 13 geschlossene Knospen. Die Abb. 6 zeigt 3 der am 3. September d. J. gefundenen Köpfchen.

Meine Absicht, auf diese Aufblühfolge in diesem Jahre noch weiter zu achten, konnte ich leider nicht ausführen, aber unter den früher von mir gesammelten Exemplaren fand ich zwei, die auch die zweistöckige Entfaltungsart zeigen (Kupferhammer bei Bielefeld 20. VII. 1864 u. Morgenbachtal bei Bingerbrück 23. VIII. 1900), trotzdem ich zu jener Zeit noch nicht auf diese Eigentümlichkeit geachtet habe.

Übrigens wird man durch diese Beobachtung daran erinnert, daß bei einer anderen Gattung der Dipsacaceen eine ähnliche auffallende Art des Aufblühens vorkommt, nämlich bei *Dipsacus Tourn.* Alle 3 Arten der deutschen Flora (*D. silvester*, *fullonum u. laciniatus*) zeichnen sich durch ein zonenweises Erblühen der Köpfchenblüten aus, das aber doch von dem bei *Succisa* verschieden ist. Denn bei ihnen beginnt die Entfaltung nur in einer der mittleren Knospenreihen und von da an setzt sie sich nach zwei entgegengesetzten Richtungen fort: es beginnt nach der zuerst entfalteten Reihe die benachbarte obere und die untere zugleich aufzublühen und so geht es dann weiter. Auf diese Weise sieht man nur einen mehr oder weniger breiten Blütenkranz in der Mitte, und erst wenn die älteren Reihen verblüht und die verwelkten Corollen abgefallen sind, merkt man, daß der Kopf in Wahrheit von zwei Blütengürteln umgeben ist. Es liegt also bei *Dipsacus* der interessante Fall vor, daß in demselben Blütenstande zentripetale und zentrifugale Entwickelung herrscht, während bei *Succisa* die Entfaltung beider Blütenkränze nach derselben Richtung fortschreitet.

Schließlich möchte ich noch darauf hinweisen, daß noch in einer dritten Gattung der deutschen Dipsacaceen, nämlich bei

Scabiosa suaveolens Desf. und *lucida* Vill. eine zonenweise Blütenentfaltung vorkommt, daß diese aber noch anders eingerichtet ist als bei *Succisa* und *Dipsacus.* Nach A. SCHULZ geht das Aufblühen eigentümlich sprungweise vor sich, indem sich die beiden äußersten Knospenreihen zuerst entfalten, darnach die innersten erblühen und erst ganz zuletzt gehen die der mittleren Zone auf.

---

71. F. Boas. Jodbläuende stärke- und zelluloseähnliche Kohlehydrate bei Schimmelpilzen als Folge der Wirkung freier Säuren.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. November 1916.)

Bei der Ernährung der Schimmelpilze mit Ammonsalzen häuft sich bekanntlich das Anion in der Nährlösung in größerer oder kleinerer Menge an. Dabei zeigt sich eine Reihe charakteristischer Erscheinungen, auf welche CZAPEK, RACIBORSKI, RITTER, WEHMER, WÖLTJE u. a. hingewiesen haben. Besonders bei der Untersuchung einer Art aus der Gruppe des *Penicillium brevicaule* traten bei Ernährung mit Ammonsalzen Riesenzellen in größter Menge auf, was veranlaßte eine Reihe nachstehender Arten aus den Gattungen *Penicillium, Aspergillus, Cladosporium* und *Citromyces* vergleichend zu untersuchen. Bereits im Herbste 1913 war reichliches Material zusammengebracht, jedoch wurde die Arbeit durch den Krieg unterbrochen und konnte erst jetzt wieder weitergeführt werden.

Die naheliegendste Frage war, ob unter der Wirkung der Säure nicht in der Zellwand oder in der Zelle besondere leicht faßbare Umsetzungen auftreten würden, namentlich, ob man nicht zelluloseähnliche Reaktionen erhalten könnte. Bereits zweimal wurde in der Literatur darauf hingewiesen, daß man mit Jod sich bläuende Kohlehydrate als Folge der Säurewirkung erhielt. E. TANRET wies bei *Aspergillus niger* unter dem Einflusse vom Ammonnitrat „Stärke“ (amidon) nach; WEHMER gibt für *Aspergillus fumigatus* und für *Penicillium variabile* „Zellulose bzw. Stärkereaktion“ an, d. h. die unter dem Einflusse der Säure gebildeten

Zellwände färben sich mit Jod allein blau. Diese Beobachtungen wurden indes nicht weiter verfolgt. Bei der eingehenden Untersuchung der Wirkung von freier Säure auf Pilze wurde neben anderen Resultaten sehr zahlreich die eben erwähnte positive Jodreaktion erhalten, was die Veranlassung ist, diesen Teil meiner Untersuchungen im Auszuge einstweilen hier zu veröffentlichen.

Zu den Versuchen wurde anfangs in Anlehnung an bestimmte Angaben WATERMANN's Galaktose verwendet. Die Kulturlösung bestand aus

100 g	Leitungs- oder destilliertem Wasser,
2 g	Galaktose,
0,2 g	sauren phosphorsauren Kali,
0,2 g	Magnesiumsulfat,
0,18 g	Ammonsulfat.

Diese Kombination erwies sich bald als unzweckmäßig.

Später wurden dann andere Zucker in anderen Mengenverhältnissen benützt, ebenso andere Ammonsalze (Chlor-, Jod-Bromammon) und schließlich wurden noch natürliche Nährlösungen wie Bierwürze, Hefewasser oder Bodenauszüge mit Zusatz von Schwefel- oder Weinsäure verwendet.

Vorweg sei genommen, daß die Art der Kohlenstoffquelle, die Konzentration der Lösung, die Temperatur und die Art der Säure die vier Hauptfaktoren bei der Bildung des oder der jodpositiven Körper darstellen.

Die Kulturflüssigkeit betrug vielfach nur 10 ccm; die Temperatur war gewöhnlich 31—33° C.

Besonders empfindlich und reaktionsfähig gegen das aus den Ammonsalzen abgeschiedene Anion ist *Aspergillus Oryzae.* In der angeführten Galaktoselösung bildet sich bei 31° C innerhalb 24 Stunden viel weißes Myzel. Konidienbildung unterbleibt gänzlich. Das Myzel entwickelt neben normalen Zellen in großer Menge Blasen- oder Riesenzellen, wie sie bei anderen Pilzen von WEHMER, RITTER usw. beschrieben wurden. Die Riesenzellen des *Aspergillus Oryzae* sind jedoch wesentlich verschieden von denjenigen des *Aspergillus fumigatus*, welche WEHMER beschrieben hat. Sie sind sehr dickwandig, die Wandstärke schwankt äußerst beträchtlich; starke Verdickungen wechseln in einer Zelle mit dünneren Stellen ab. Außerdem wachsen von der Wand vielfach pfropfenartige Verdickungen ins Lumen der Zelle hinein und sitzen meist nur mit ganz schmaler Basis an der Wand an. Diese Zellen erinnern sozusagen an tracheidale Elemente der höheren Pflanzen. Alle diese verdickten Membranen färben sich mit Jod allein hell bis dunkelblau. Durch Kochen mit Wasser geht die jodpositive Substanz z. T. in Lösung; man erhält ein sich mit Jod bläuendes Filtrat. Die Gesamtheit der dicken Zellwand ist jedoch sicher anderer Natur; die jodpositive Substanz ist der dicken Membran nur eingelagert.

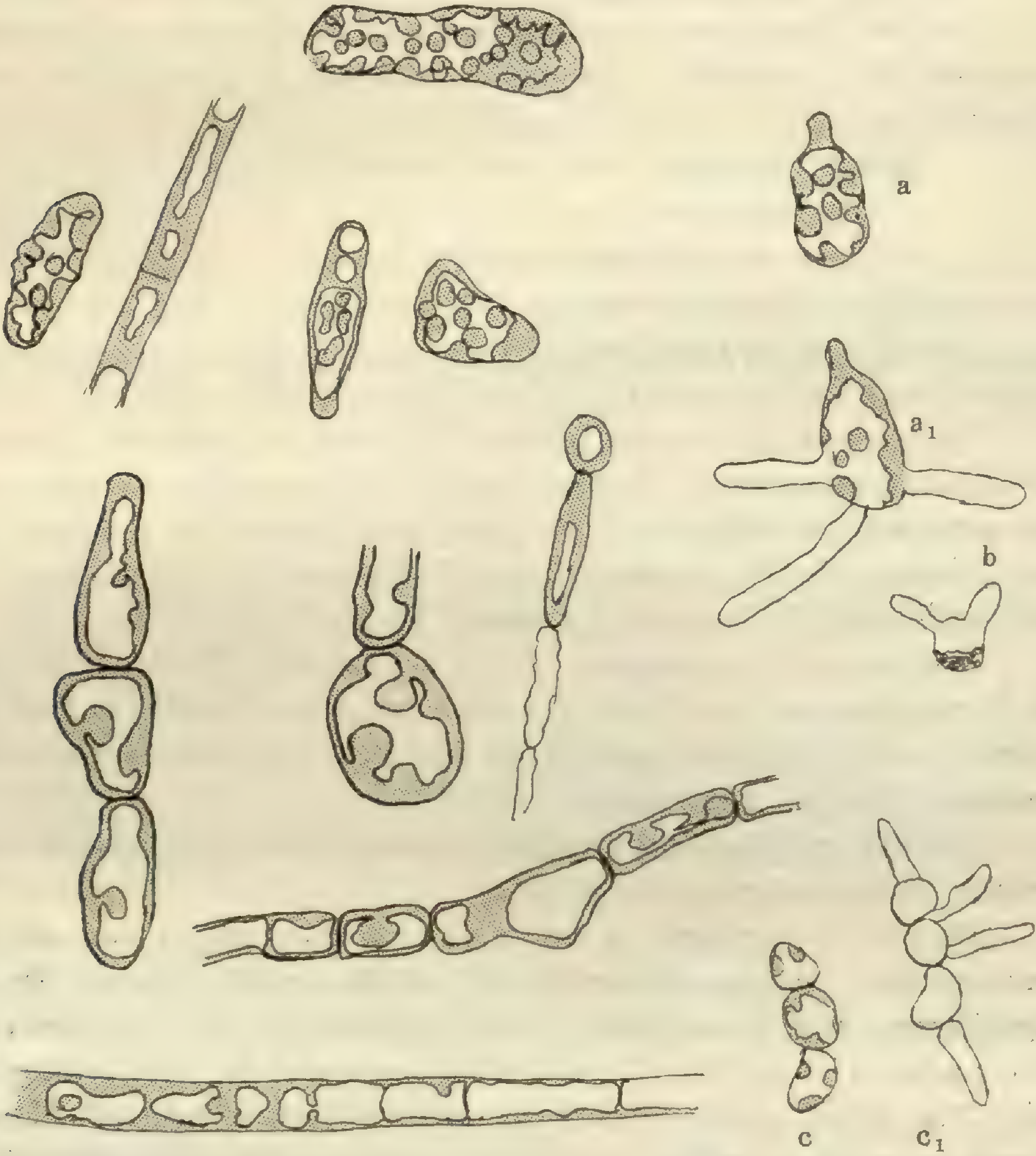


Abbildung 1

Zellen und Myzel von *Aspergillus Oryzae* aus Galaktose-Ammonsulfat bzw. Dextrose-Chlorammon. Die mit Jod sich bläuende Substanz schraffiert; das Zellumen ist weiß und Einzelheiten nicht eingezeichnet. Rechts die Figuren a, a_1; b; c, c_1 zeigen die Keimung der veränderten Zellen.

Bei Zimmertemperatur erhält man wenigstens bei Anwendung der ~~Galaktoselösung~~ keine positive Jodreaktion. Zwischen den mit Jod reagierenden Zellen befinden sich alle möglichen Übergangsstadien von Blasenzellen zu normalem Myzel. Demgemäß variiert auch die Färbung, welche übrigens schon makroscopisch sehr deutlich zu erkennen ist. Einen Teil dieser morphologischen Verhältnisse zeigt die beigegebene Abbildung; einige der Abbildungen beziehen sich auf eine Kultur aus Dextrose-Chlorammon.

Bei *Aspergillus glaucus* wurde bis jetzt nur einmal eine deutliche Bläuung erzielt.¹) Die Riesenzellen von *Aspergillus fumigatus* hat WEHMER beschrieben und bei ihnen Wandbläuung mit Jod allein erzielt. Widerstandsfähiger gegen die Wirkung der Säure unter den Bedingungen, wie sie die Kultur in Galaktose bietet, ist offenbar *Aspergillus niger.* Jedenfalls gelingt es kaum bei Anwendung von Galaktose Ammonsulfat (31—33° C) die Bläuung der Zellen zu erzielen. Riesenzellen sind nicht immer vorhanden. Dieses Verhalten ist umso auffallender, als die Konidienträger von *Aspergillus niger* (auf Würze erzogen bei 31° C) sich deutlich mit Chlorzinkjod allein ohne jede Vorbehandlung unter sehr starker Quellung blauviolett färben. Um Chitin handelt es sich nicht, jedenfalls geben die dicken Wände der Konidienträger mit Brom keine Reaktion. Demnach tritt bei *Aspergillus niger* zweierlei Myzel auf: Die Konidienträger zeigen besonders im unteren Teil Zellulosereaktion, das übrige Myzel ist frei von Zellulose.

Das Verhalten von *Aspergillus niger* soll folgende Zusammenstellung zeigen:

2 pCt. Galaktose Ammonsulfat: Reichlich Konidien. Jodnegativ!

2 pCt. Galaktose Chlorammon (36 ° C): Keine Konidien. Viele Blasenzellen, jodnegativ!

2 pCt. Galaktose Ammonsulfat: Nach 4 Wochen geringe Bläuung mit Jod.

Dextrose Ammonsulfat (31° C): Reichlich Konidien. Keine Blasenzellen! Innerhalb 72 Stunden besonders die Konidienträger stark jodpositiv!

Dextrose Ammon nitrat:²) Keine Konidien! Stark jodpositiv! Filtrat der Nährlösung stark jodpositiv!

Dextrose Jodammon: Viele Konidien. Stark jodpositiv!

Würze + 0,2 % freie Schwefelsäure (31° C): Wenig Konidien, keine Blasenzellen, sehr rasches Wachstum, stark jodpositiv!

Hefewasser (10 ccm + 1 bzw. 2 ccm $\frac{n}{4}$ Schwefelsäure): Keine Konidien oder nur sehr wenig Jodnegativ!

---

1) Wurde nicht weiter untersucht.

2) Viel Ammonnitrat! 1—5%.

Hefewasser (wie oben) + Dextrose: Kaum Konidien. Myzel teilweise stark jodpositiv!

Hefewasser (wie oben) + Maltose: Jodnegativ! Kaum Konidien!

Bei der Behandlung mit Jod färben sich die einzelnen Myzelteile makroskopisch intensiv blau; mikroskopisch bemerkt man an zahlreichen Zellen sich blau färbende Flocken, Klumpen, Kügelchen und Schuppen. Man hat den Eindruck, als ob ein krystallinischer Niederschlag die Zellwände inkrustiert hätte. Vielfach sehen die Zellen wie mit einer Scheide versehen aus. In der Untersuchungsflüssigkeit bemerkt man ebenfalls blau gefärbte Kügelchen, Flocken und Klumpen. Dabei soll hier unentschieden sein, ob die jodpositive Substanz in der Flässigkeit gebildet wird und sich dann an die Zellenwänd eniederschlägt, oder ob die Bildung in der Zelle stattfindet.

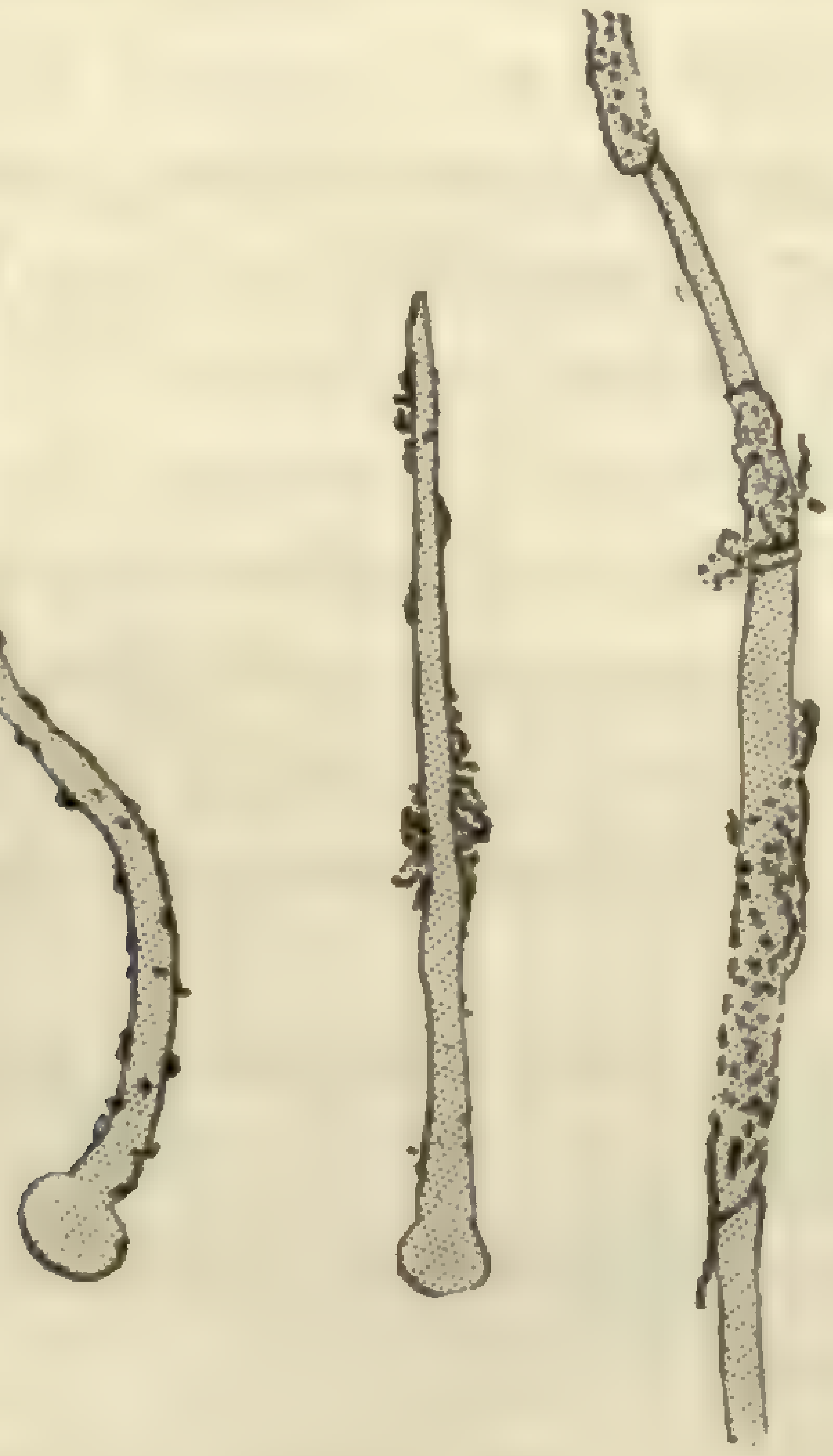


Abbildung 2.
Keimende Konidien und Myzel von *Aspergillus niger* aus Würze-Schwefelsäure mit dem charakteristischen jodpositiven Wandbelag.

Das morphologische Bild ist also hier ganz anders als bei *Aspergillus Oryzae.*

Es reagiert aber nicht bloß der Belag der Zellwand mit Jod, sondern auch die zentrifugierte durch doppelte Filter gegangene Nährlösung. Besonders schön erhielt ich die Reaktion mit Würze welche 0,2 pCt. freie Schwefelsäure hatte (10 ccm

Würze nebst 2 ccm $\frac{n}{4}$ Schwefelsäure), ebenso auch mit Dextrose Ammonsulfat und ganz besonders in Dextrose mit viel Ammonnitrat; bei den Versuchen mit Bierwürze ist einige Vorsicht geboten, da es Würzen gibt, welche von Haus aus jodpositiv sind!

Das aus Dextrose-Ammonnitrat stammende sorgfältig mit Leitungs- und destilliertem Wasser gewaschene Myzel (stark jodpositiv) wurde ferner mit destilliertem Wasser gekocht. Das Filtrat ist sehr stark jodpositiv. Versetzt man aber das Filtrat mit Diastase (Kahlbaumpräparat oder mit Speicheldiastase) so unterbleibt die Bläuung mit Jod! Es handelt sich also hier um einen der Stärke sehr nahestehenden Körper. Durch Aufkochen mit stark verdünnter Schwefelsäure $\left(\frac{n}{4} = 0{,}6 \text{ pCt.}\right)$ wird die jodpositive Substanz völlig entfernt; es unterbleibt dann nach Jodzugabe jede Bläuung.

Fast ebenso sicher erhält man ein Bild der Wirkung der Diastase auf folgende Weise; Das Myzel wird mit Alkohol getötet, mit Wasser gewaschen und dann mit Diastaselösung bei 40—50 ° C einige Minuten lang behandelt. Das mit destilliertem Wasser oder mit getöteter Diastase (durch Aufkochen) behandelte Kontrollmyzel ist stark (makroskopisch) jodpositiv, das mit aktiver Diastase behandelte jodnegativ. Besonders eignet sich hierzu junges Myzel, welches sich in ca 20 Stunden in Würze-Schwefelsäure bei 33 bis 36 ° C gebildet hat.

Die Gattung *Penicillium* schließt sich in ihrem Verhalten nahe an *Aspergillus niger* an. Blasenzellen wurden seltener beobachtet als bei *Aspergillus*. Die Blaufärbung des Myzel beruht hier auf zwei Erscheinungen:

1.) Es bilden sich wie bei *Aspergillus niger* zahlreiche äußerst kleine Kugeln, Striche, oder Punkte auf der Zellwand. Oder es treten Schuppen oder Warzen auf, so daß die Wand wie zerfetzt oder gerauht erscheint. Diese Schuppen sehen vielfach wie ein von außen auf der Wand gebildeter Niederschlag aus und sind stark jodpositiv, während die Wand meist nicht jodpositiv ist.

2.) Die ganze Zelle erscheint vollkommen jodpositiv. Abgesehen davon wurden in der Zelle selbst, sowohl bei *Penicillium* wie bei *Aspergillus niger* rundliche bis elliptische jodpositive Körper beobachtet. Die Abb. 3 gibt eine Vorstellung dieser Verhältnisse. Stets ist immer nur ein bestimmter Teil des Myzels jodpositiv. Die Intensität nimmt mit steigender Säuremenge zu und ist manchmal so stark, daß das mit Jod behandelte Myzel schon makroskopisch völlig tief blauschwarz erscheint.

Von *Penicillium* sollen zwei unter ganz verschiedenen Bedingungen durchgeführte Kulturreihen kurz aufgeführt werden. Die erste Serie bezieht sich auf Galaktose (2 pCt.) nebst Ammonsulfat als Stickstoffquelle. Es wurden sechs z. T. nicht näher bestimmte Arten unter sonst gleichen Verhältnissen kultiviert. (Versuchsdauer 3 Tage, Temperatur 29—31 ° C). Das Resultat zeigt folgende Zusammenstellung:

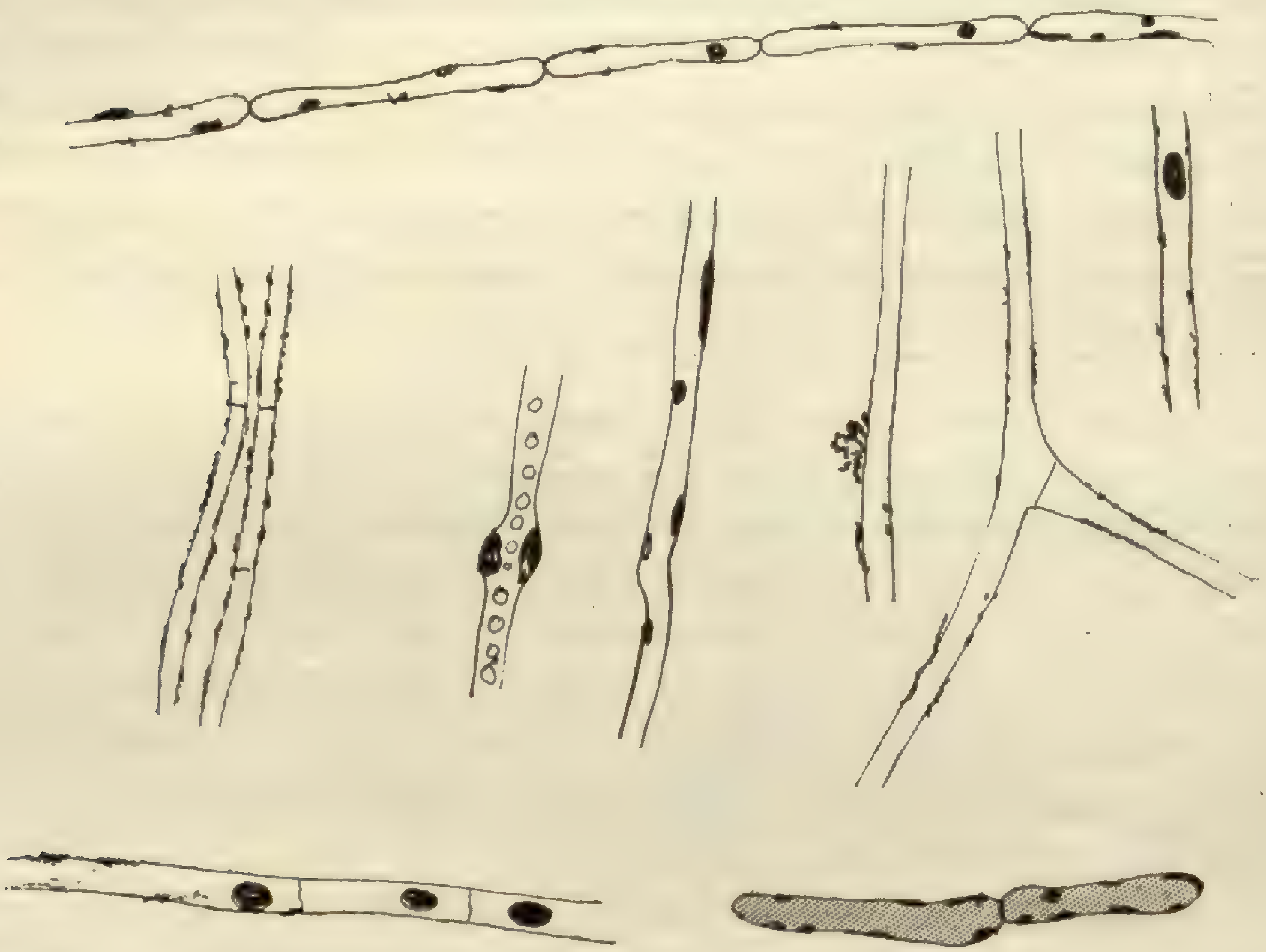


Abbildung 3
Myzel verschiedener Arten von *Penicillum* aus Säurekulturen. Oben links und rechts Myzel mit jodpositiven Körpern in den Zellen. Das übrige Myzel zeigt die verschiedenartige Inkrustation der Zellwände mit der jodpositiven Substanz. Vergl. 500 - 1000.

a) Blaues *Penicillium*: Bildet keine Konidien Nur weißes Myzel! Stark jodpositiv!

b) Wolliges *Penicillium* aus Waldboden: Keine Konidien. Starke Bläuung!

c) *Penicillium glaucum*: (Aus Kupfersulfat isoliert) Reiche Konidienbildung! Keinerlei Bläuung!

d) Säureliebendes *Penicillium* aus Waldboden: Geringe Konidienbildung. Mit Jod auffallende rötliche Färbung!!

e) *Penicillium Schneggii*: Bildet reichlich Konidien und Coremien Keine Bläuung!

f) *Penicillium expansum*. Bildet Konidien. Keine Bläuung!

Aus diesem Versuche ergibt sich eine auffallende Beziehung zwischen Konidienbildung und Jodreaktion. Diese Wechselbeziehung ist zugleich ein sehr auffallender Ausdruck für die verschiedene Säurefestigkeit der einzelnen Arten.

Es ist nun von Interesse, daß man auch die zwei gegen Ammonsulfat resistenten Arten *Penicillium Schneggii* und *P. expansum* durch größere Gaben von Weinsäure zur Bildung jodpositiver Substanz bringen kann. Dabei bildet bei Gegenwart von 5 pCt. Weinsäure in einer Zuckerpeptonlösung (oder in Hefewasser) *P.-Schneggii* noch viele Konidien, *P. expansum* nur noch steriles Myzel. Für solche Versuche eignet sich besonders *P. Schneggii* wegen seiner charakteristischen morphologischen Merkmale sehr gut da es stets leicht zu indentifizieren ist, worüber man meine Arbeit im Mycologischen Centralblatt vergleichen möge.

Die zweite Versuchsreihe wurde in der Weise durchgeführt, daß Hefewasserzuckerlösungen mit Waldboden geimpft wurden unter Zugabe verschieden großer Mengen von Weinsäure. Die niedrigste Weinsäuremenge betrug 6 pCt., die höchste 24 pCt. Bei den niedrigsten Gaben (6—10 pCt.) traten meist nur die Inkrustationen der Zellwände auf; erst bei Anwendung hoher Weinsäuremengen wurde durch die Jodbehandlung allgemeine Durchfärbung einzelner Zellen erreicht. Konidienbildung trat fast stets auf; Blasenzellen waren im allgemeinen nicht häufig. Auch hier reagiert die filtrierte Nährlösung jodpositiv.

Bei *Penicillium* verhält sich nach den angeführten Untersuchungen demnach jede Art verschieden gegen Säuren. Bei *Citromyces*, dem ich mich nun zuwende, scheinen die Verhältnisse anders zu liegen. Es wurde eine Reihe von Arten untersucht, ohne mit Jod eine einwandfreie Blaufärbung zu erhalten. Unter den gewählten Bedingungen traten Riesenzellen sehr selten auf. Eine Art wuchs noch in $\frac{n}{4}$ Schwefelsäure (1,225 pCt.) ohne daß mit Jod Bläuung erzielt werden konnte. Doch erscheint diese Art nach sehr langer Behandlung mit Jod schließlich eine geringe

Bläuung einzelner Zellen zu ergeben.[1] Es ist also auch bei diesen meist sehr säurefesten Arten möglich, die beschriebene Bildung des jodpositiven Körpers zu erzielen.

Es ist nun eine wichtige Frage, ob die teilweise weitgehend veränderten Zellen noch lebend sind. Soweit aus WEHMERS Angaben ersichtlich ist, dürften die von ihm beobachteten Riesenzellen von *Aspergillus fumigatus* tot sein. Bis jetzt wurden nur die besonders auffallende Blasenzellen des *Aspergillus Oryzae* untersucht. Da Konidien nicht gebildet werden, gibt schon die Uebertragung des sterilen Myzels in geeignete Nährlösungen einige Hinweise, ob z. B. viel oder wenig Zellen tot sind. Diese Uebertragungen in Würze gaben stets über Nacht sehr starkes Wachstum. Es wurden nun einzelne Blasenzellen in Würze nach der Tröpfchenkultur von HANSEN-LINDNER isoliert und markiert. Bei 31 ° C fand ein rasches Auskeimen dieser weitgehend veränderten Zellen statt, wie die Figuren der Abbildung zeigen. (Vergleiche Figur 1, a, a_1, b, c und c_1.)

Es wurden so viele solcher keimender Zellen beobachtet, daß mit absoluter Sicherheit feststeht, daß fast jede dieser Riesenzellen lebend ist. Wie sich bei der Keimung der jodbläuende Körper verhält ist noch nicht sicher beobachtet. Auch die jodpositiven Zellen von *Penicillium* und *Aspergillus niger* scheinen nach dem mikroskopischen Bild zu schließen, lebend zu sein; auch einige orientierende Versuche bei *Aspergillus niger* sprechen dafür.

Diese Feststellung ist jedenfalls von Interesse, denn sie zeigt, daß die Zelle sehr weitgehende Eingriffe in ihren Stoffwechsel und Aufbau verträgt ohne abzusterben.

Mit Ausnahme von *Aspergillus niger* reagiert nirgends das normale Myzel der untersuchten Arten weder mit Chlorzinkjod noch mit Jod; und Schwefelsäure. Ebensowenig findet natürlich eine Reaktion noch mit Jodlösung allein statt.

Es wird also überall eine Substanz gebildet, welche normal im Lebensgang der betreffenden Art nicht vorkommt. Es fragt sich nun, welcher Art der entstandene jodpositive Körper ist. Aus dem Verhalten gegen Jod und Diastase, gegen Kalilauge und Wärme geht jedenfalls einwandfrei hervor, daß es sich um einen stärkeähnlichen Körper handelt. Zum mindesten gilt diese Behauptung für *Aspergillus niger* und für *Aspergillus fumigatus*, wie die letzten Versuche erwiesen. Für die anderen Arten ist die Natur dieser jodpositiven Substanz noch nicht näher untersucht.

---

[1] makroskopisch!

Es fragt sich nun noch, aus welchen Kohlenstoffverbindungen die Bildung dieser Pilzstärke erfolgt. Darüber gibt folgende Zusammenstellung Aufschluß; wobei Ammonnitrat (1—5 pCt.) als N-quelle diente. (Temperatur 33 ° C)

Kohlenstoffquelle	Reaktion des Myzels	Reaktion der filtrierten Nährlösung
Glukose	jodpositiv	jodpositiv
Lävulose	jodpositiv	jodpositiv
Saccharose (reinst, krystallisiert)	jodpositiv	jodpositiv
Galaktose	—	—
Milchzucker	—	—
Maltose	—	—
Tannin	—	—

Es geht aus dieser Übersicht hervor, daß Glukose, der Zucker der hydrolisierten Stärke, Lävulose und Saccharose, welch letztere leicht Glukose abspaltet, die Stärkerückbildung ermöglichen, die anderen Zucker dagegen nicht. Jedenfalls hat sich nach 96 Stunden nur bei Gegenwart von Glukose, Lävulose und Saccharose Stärke zurückgebildet.

Es handelt sich hier also um die Bildung der Stärke aus Zucker unter dem Einflusse der Säure durch ein Ferment. Ob die Bildung von Stärke aus Zucker bei höheren Pflanzen unter ähnlichen Bedingungen verläuft, ist aus der Literatur nicht ersichtlich. Die Säuremenge ist anfangs sehr gering. Denn man erhält bereits nach ca 12—14 Stunden reichlich Stärkereaktion, also in einer Zeit, während welcher noch wenig Mineralsäure abgespalten ist. Später erhält man jedoch starke Säuremengen.

Auf die anderen Erscheinungen der angeschnittenen Säurefrage, auf die Bildung der Perithecien unter der Wirkung der Säure und auf die Mutationserscheinungen säurebehandelter Arten soll in ausführlicher Darstellung demnächst zurückgekommen werden.

Weihenstephan, 16. November 1916.

Botanisches Laboratorium der Kgl. Akademie.

Literatur:

BOAS: Ein neues Coremien bildendes *Penicillium*. Mycol Centralbl. V. pg 73—83, 1914.

CZAPEK: Biochemie der Pflanzen. I. Bd. (II. Aufl.) 1913 pg. 300.

RACIBORSKI: Einige Chemomorphosen bei *Aspergillus niger*. (Bull. intern. Acad. Scienc. Cracovie 1905, pg 777).

RITTER: Die giftige und formative Wirkung der Säuren auf die Mucoraceen und ihre Beziehung zur Kugelhefebildung. (Jahrb. Wissenschaftl. Bot. 1913. 52. 351 ff.)

TANRET: Bull. soc. chimique de Paris 1907 nach LAFAR-COHN: techn. Mykologie I. pg. 224.

WATERMANN: Mutation bei *Penicillium glaucum* und *Aspergillus niger* Zschr. Gärungs-physiol. III. pg. 1—14. 1913.

WEHMER: Übergang älterer Vegetationen von *Aspergillus fumigatus* in Riesenzellen unter Mitwirkung angehäufter Säure. Ber. deutsch bot. Ges 1918. XXXI. pg. 257 ff.

WÖLTJE: Unterscheidung der *Penicilliums* schezies nach physiologischen Merkmalen. Ber. deutsch. bot. Ges. XXXII 1914 pg. 544 ff.

72. Bruno Schröder: Melosira Roeseana Rabenh., eine „leuchtende“ Bacillariacee.

(Eingegangen am 20. November 1916)

Im ersten Abschnitte seiner physiologischen Studie über „Leuchtende Pflanzen“ gibt MOLISCH[1]) eine zusammenfassende Darstellung der bisherigen Untersuchungsergebnisse über gewisse optische Vorgänge bei solchen Algen, Laubmoosen und Farnprothallien, die zwar nicht selbstleuchtend sind, wohl aber fremdes Licht zu reflektieren vermögen und dadurch leuchten. Alle diese Organismen kommen an Orten vor, welche nur noch von diffusem Lichte einigermaßen erhellt werden. Wir finden sie, mit Ausnahme der betreffenden Meeresalgen, die tiefere, schattige Regionen des Litorals bewohnen, besonders an schwach belichteten, feuchten oder überrieselten Wänden von Schluchten, Felsklüften, Grotten oder Höhlungen, oder auf der Oberfläche von etwas verdunkelten Wasseransammlungen sowohl im Freien wie in Gewächshäusern. Am bekanntesten ist diese Reflexerscheinung bei dem Vorkeime des Leuchtmooses *Schistostega osmundacea* W. et. M., der smaragdgrün schimmert, und bei einer Chrysomonadine, der *Chromulina Rosanoffi* (Wor.) Bütschli, die goldig glänzt. Die Entstehung des Leuchtens bei *Schistostega* ist von VUILLEMIN und von NOLL, die bei *Chromulina* von MOLISCH eingehend erklärt worden. Es findet auch bei den anderen sogenannten Leuchtpflanzen in ähnlicher Weise statt, wie MOLISCH l. c. anführt.

---

[1]) MOLISCH, H., Leuchtende Pflanzen. Jena 1912. II. Aufl. pag. 1—6.

Nach dem Erscheinen der II. Auflage der eingangs erwähnten Studie teilte SCHORLER[1]) mit, daß er *Chromulina Rosanoffi* an nassen Felswänden im Uttewalder Grunde in der Sächsischen Schweiz auffand, wo sie ausgedehnte und prächtig goldige „Leuchtalgenanflüge“ bildet, während dieser Flagellat bisher nur als Wasserblüte bekannt war. Neuerdings weist MÜLLER[2]) darauf hin, daß der Thallus eines Lebermooses, der Marchantiacee *Cyathodium*, smaragdgrün leuchtet und ebenfalls an Orten mit geringem Lichtgenuß wächst.

Kürzlich habe ich das Leuchten einer Bacillariacee beobachtet, nämlich der *Melosira Roeseana* Rabenh. die auch grünes Licht reflektiort, das mich an die Farbe von dunkelgrünem Samt erinnerte, der von der Sonne beschienen wird.

Auf dem Zobtenberge, der sich als Wahrzeichen Schlesiens mitten aus der Ebene bis 718 m erhebt, findet sich an dessen Ostseite neben dem Eugenwege und dicht unterhalb des Moltkefelsens eine kleine natürliche Grotte, die von mehreren überhängenden und unregelmäßig durcheinander geworfenen Gabbroblöcken gebildet wird. Sie ist nicht sonderlich tief und hat eine weite Öffnung. Die äußeren, noch das volle Licht erhaltenden Steine derselben sind mit Laub- und Lebermoosen bewachsen, und auf einer feuchten, vorstehenden Deckplatte findet sich ein ausgebreitetes krümlig-schleimiges, graugrünes Lager von *Gloeocapsa montana* Kütz. (Syn. b. LEMMERMANN: Algenflora v. Brandenburg pag. 63). An der inneren, weniger belichteten und überrieselten Wand der Grotte, besonders an der linken Seite fanden sich dunkelchokoladenbraune, weiche Überzüge von 1—3 mm Dicke. Betrachtete man diese unter einem bestimmten kleinen Gesichtswinkel, so zeigten sich auf den unebenen Gesteinsplatten 5—10 qcm große Flecken, die prächtig grün leuchteten, obgleich die Sonne auf der anderen Seite des Berges war. Die Beobachtung wurde am 29. Oktober d. J. nachmittags gegen 3 Uhr bei sonnigem Wetter und halbbedecktem Himmel gemacht und zwar nicht nur von mir, sondern auch von meinen Begleitern, die ich darauf hinwies. Fuhr ich mit dem Finger über diese grünleuchtenden Stellen, so hörte die Erscheinung auf, soweit wie der Finger den Überzug berührt hatte.

---

1) SCHORLER, B., Die Algenvegetationen an den Felswänden des Elbsandsteingebirges, — Sonderabdruck a. d. Abh. der naturw. Gesellsch. „Isis“ in Dresden, Jahrg. 1914. Heft 1, pag. 18—20.

2) MÜLLER, KARL, Über Anpassung an den Lebermoosen an extremen Lichtgenuß, — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. Jahrg. 24, Berlin 1916. pag. 148.

Von den leuchtenden Flecken wurden an dem genannten Tage einige Proben entnommen und in Glastuben aufbewahrt lebend mit nach Breslau gebracht, wo ich sie noch an demselben Abende mikroskopisch untersuchte. Es zeigte sich dabei folgendes: Die weitaus überwiegende Masse des braunen Schlammes bestand aus *Melosira Roeseana* Rabenh., deren zylindrische Zellen meist zu längeren oder kürzeren Ketten aneinander gereiht waren und offenbar kräftig vegetierten. Der Dicke der Zellen nach ließen sich zwei Formen unterscheiden, eine breite und kurze (diam. cell. 32—40 μ) und eine längere und schmale (diam cell. 12—20 μ), doch kamen auch Übergangsformen von der einen zur anderen vor, aber seltener. Die kurzen Formen waren 1—$1^1/_2$ mal so lang als breit, die längeren 2—3 mal. Außer den zylindrischen, vegetativen Zellen waren auch fast kugelförmige Auxosporen in reichlicher Menge vorhanden. Alle Zellen enthielten zahlreiche, braune Chromatophoren, die kleine unregelmäßige runde Plättchen bildeten. Die Oberflächenstruktur der Zellhaut zeigte auf Schalen- und Gürtelseite keine wesentlichen Abweichungen von den Angaben der Autoren. (VAN HEURCK[1]).

In Gesellschaft mit *Melosira Roeseana* Rabenh. aber weitaus in geringerer Anzahl kamen von Bacillariaceen in dem braunen Schlammüberzuge noch Bänder und Einzelzellen von *Fragilaria virescens* Ralfs, ferner *Pinnularia borealis* Ehrb. und *Hantzschia amphioxys* (Kg.) Grun. vor. Von anderen Algen fanden sich spärlich Einzelzellen von *Synechococcus aeruginosus* Näg., sowie ganz vereinzelt zwei *Cosmarium*-Arten. Die Hauptmasse der Probe bestand jedenfalls aus *Melosira Roeseana*, der das Reflektieren jenes grünen Lichtes in erster Linie zuzuschreiben ist.

Das Zustandekommen der Reflexerscheinung bei dieser Bacillariacee dürfte im allgemeinen ebenso sein, wie bei dem *Schistostega*-Protonema und bei *Chromulina*, und doch ist es vielleicht etwas anders, weil diese Pflanzen linsen- oder kugelförmige Zellen haben, jene aber neben kugeligen Auxosporen überwiegend aus zylindrischen vegetativen Zellen besteht, die allerdings an ihren beiden Enden etwas linsenförmig vorgewölbt sind. GOEBEL[2]) gibt übrigens von den „Linsenzellen" des *Schistostega*-Protonemas an, daß nach seinen Wahrnehmungen sie „in gewöhnliche zylindrische" übergehen können.

---

[1] VAN HEURCK, H., Synopsis des Diatomées de Belgique, Atlas, Taf. 89, fig. 1—6. Anvers 1880—85, und ders. Traité des Diatomées pag. 442, Taf. 19, fig. 615. Anvers 1899.

[2] GOEBEL, K., Organographie der Pflanzen. II. Teil, 1. Heft, pag. 343 Jena 1898.

Ob auch diese so abweichend geformten Zellen des Vorkeimes leuchten, ist unbekannt. Ebenso muß vorläufig dahingestellt bleiben, ob nur die kugelspiegelartigen Auxosporen der *Melosira Roeseana* leuchten oder auch ihre vegetativen Zellen, die als Zzylinderspiegel aufzufassen wären.

Auffallend ist es, daß die Reflexerscheinungen bei dieser *Melosira* nicht schon anderwärts gesehen wurden. Ich habe wenigstens in der reichen Bacillariaceenliteratur und auch sonst nichts darüber gefunden. *Melosira Roeseana* ist in der Bergregion von Mitteleuropa an verschiedenen Orten von Irland bis zu den Karpaten als verbreitet aber nicht häufig vorkommend nachgewiesen worden, ebenso aus Afrika und Südamerika.[1])

Charakteristisch für sie ist, daß sie die einzige bisher bekannte *Melosira*-Art ist, die an überrieselten Felsen lebt, was HUSTEDT[2]) besonders hervorhebt, und daß sie an diesen gerade die lichtarmen Stellen bevorzugt, wie dies auch v. SCHÖNFELDT[3]) angibt. Vereinzelt wurde sie zuweilen zwar in Flußläufen bemerkt, aber sie wird wahrscheinlich durch das Regenwasser verschwemmt worden sein, das ihren ursprünglichen Standort, den feuchten Felsen, benetzte. Merkwürdig ist auch, daß SCHORLER, der sie (l. c. pag. 15. in Sep.) an einer nassen Sandsteinwand im Bärengarten bei Hohnstein antraf und der doch das Leuchten von *Chromulina*, wie schon erwähnt, aus dieser Gegend beschreibt, von Reflexerscheinungen bei seinem „Melosiretum Roeseanae“ nichts mitteilt, weshalb wohl anzunehmen ist, daß er solche nicht gesehen hat. Auch ich habe Anfang Juli 1901 an den Felsen oberhalb des Wasserfalles von Wölfelsgrund im Glatzer Gebirge, an denen sich nach KIRCHNER[4]) *Melosira Roeseana* findet, keinerlei Leuchten wahrgenommen.

Nun können zwei Möglichkeiten vorliegen. Entweder ist das Leuchten der *Melosira Roeseana* bisher nur übersehen worden, und diese Alge leuchtet zu jeder Zeit, wenn sie reichlich vorhanden

---

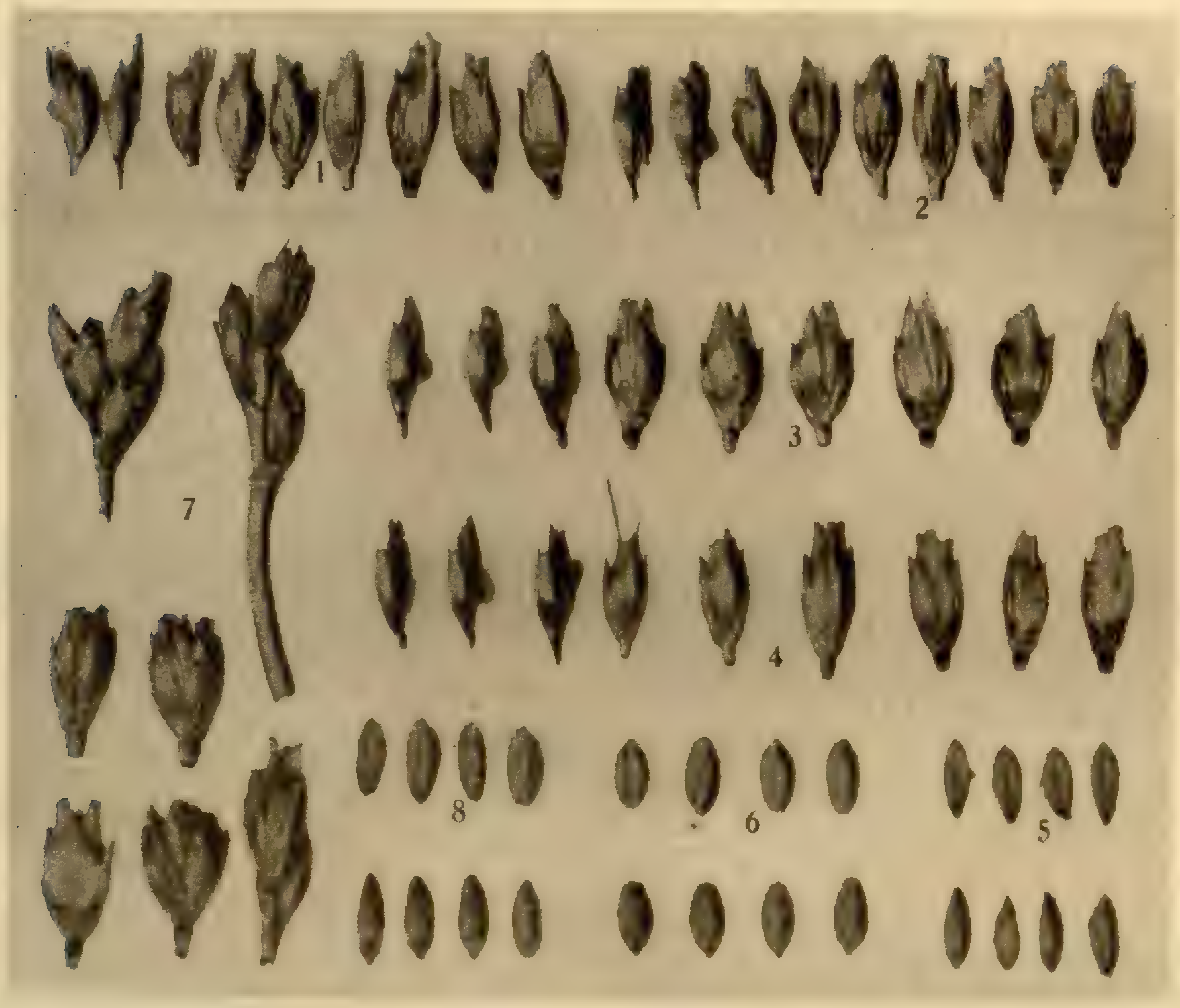
1) DE TONI, G. B. u. FORTI, A., Contribution à la flore algologique de la Tripolitane et de la Cyrénaique. — Annales de l'institut océanographique de Monaco Tome V, Fasc. 7, pag. 21. Paris (ohne Jahreszahl) und dies. Estratto dal Volume I° dell' opera Il Ruvenzori, Alghe, pag. 5 und 30, Modena-Verona 1907.

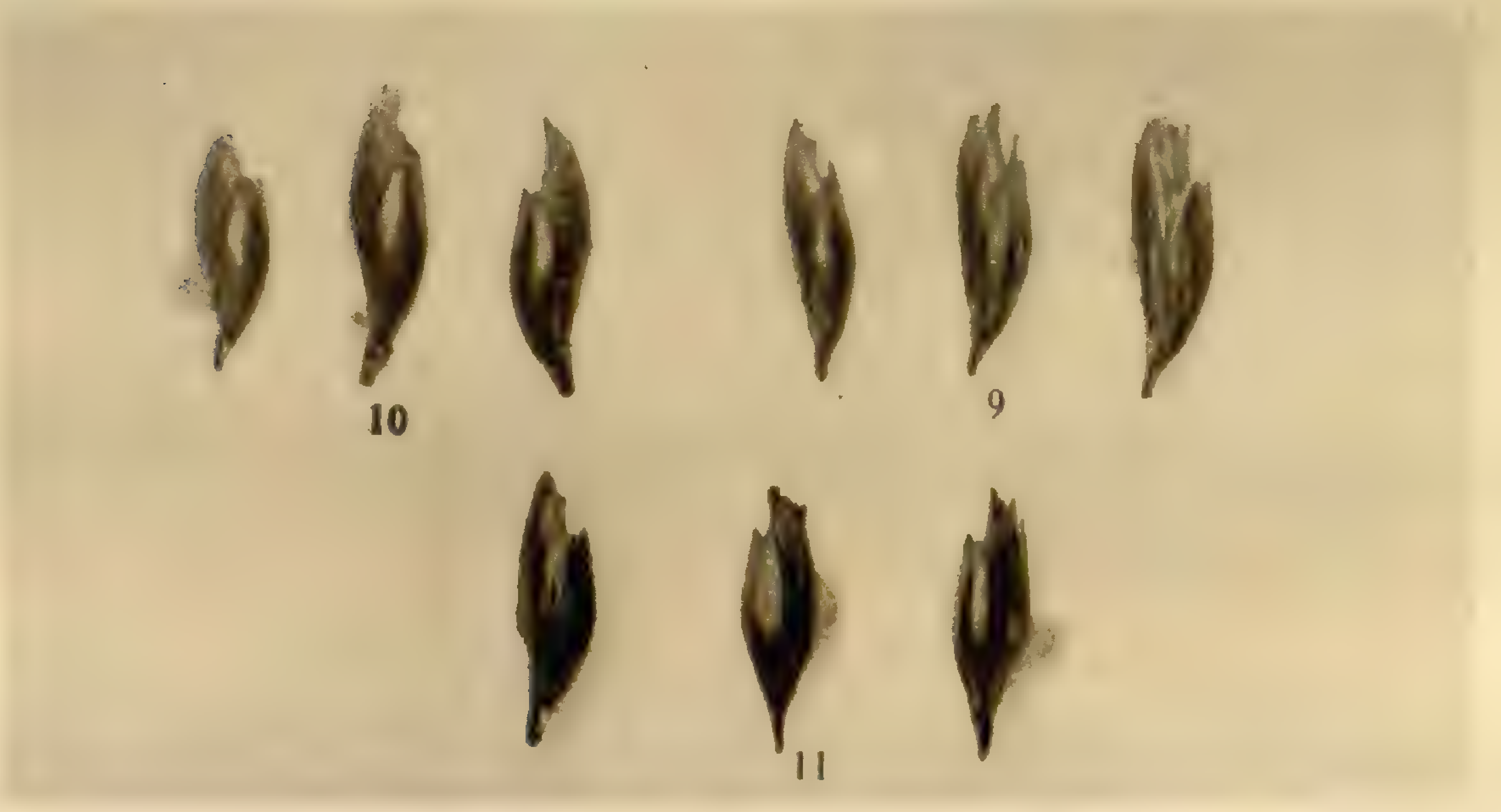
2) HUSTEDT, F., Bacillariales aus den Sudeten und einigen benachbarten Gebieten des Odertales, — Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde Band X, pag. 30 in Sep. Stuttgart 1914.

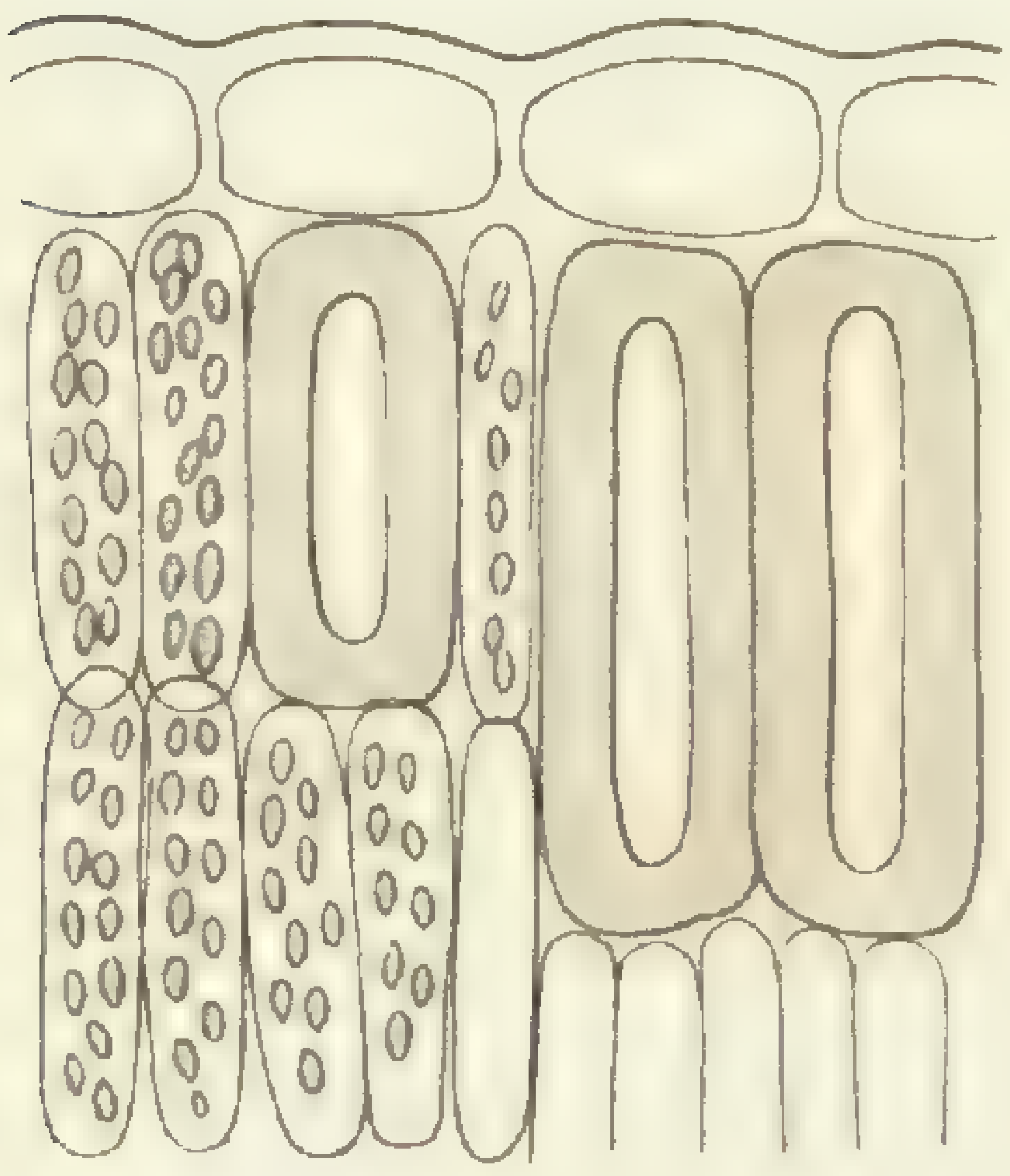
3) v. SCHÖNFELDT, H., Diatomaceae germaniae. Die Deutschen Diatomeen des Süßwassers und des Brackwassers pag. 75. Berlin 1907.

4) KIRCHNER, O., Algenflora von Schlesien, pag. 217, Breslau 1878.

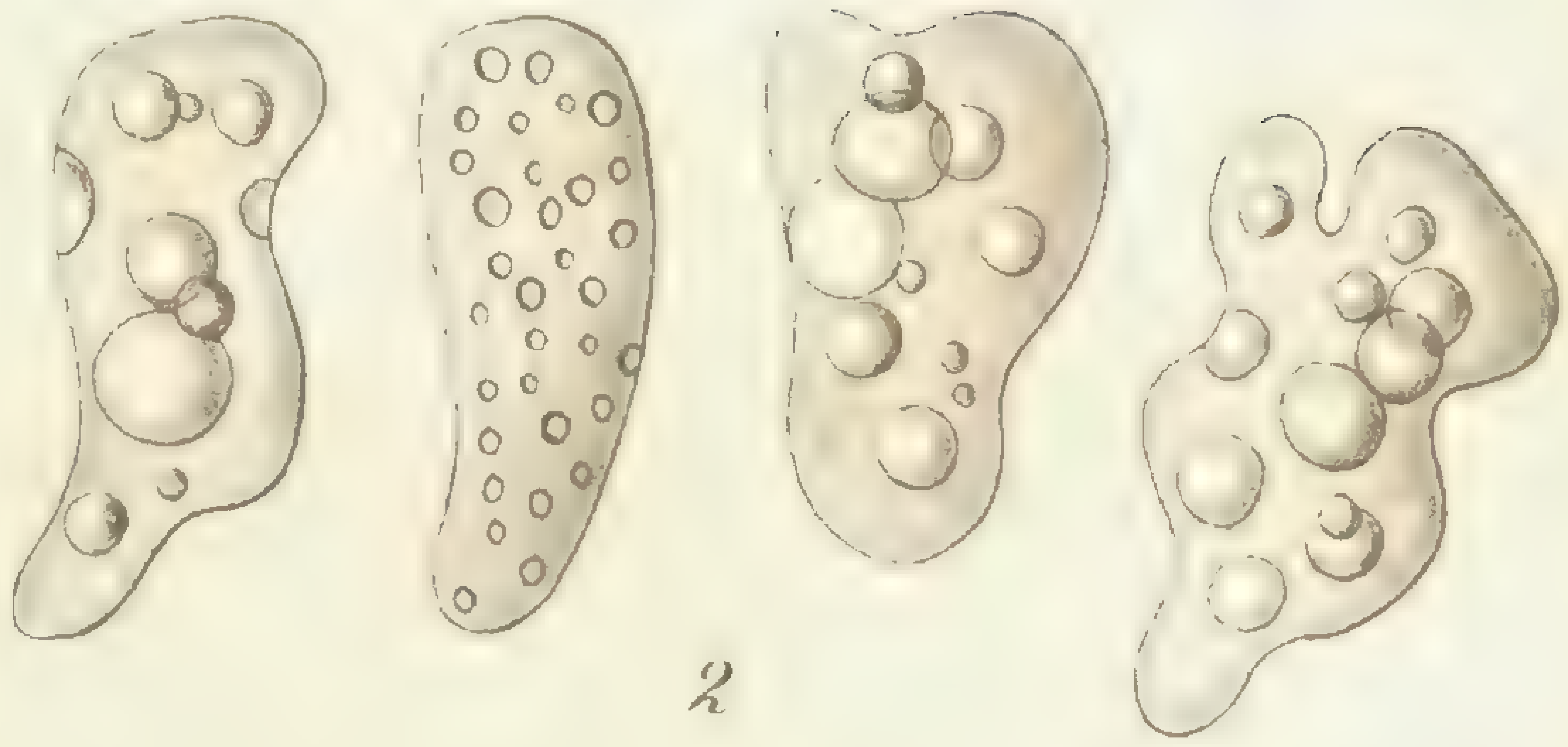
ist und der Beschauer den richtigen Standort zu ihr einnimmt, oder sie leuchtet nur zu gewissen Zeiten, nämlich dann, wenn sie mit reicher Auxosporenbildung in größeren Mengen auftritt. Als Zeit der Auxosporenbildung gibt v. SCHÖNFELDT (l. c.) den Februar und den August an. Weitere Zeitangaben fehlen. Da ich die Auxosporen Ende Oktober fand, so dürfte ihr Vorkommen in die Spätsommer- und Wintermonate fallen und gegebenenfalls nur zu dieser Zeit ein Leuchten von *Melosira Roeseana* wahrzunehmen sein, was sich an ihrem Standorte auf dem Zobten im nächsten Frühjahr leicht wird feststellen lassen.


1
2
7
3
4
8
6
5

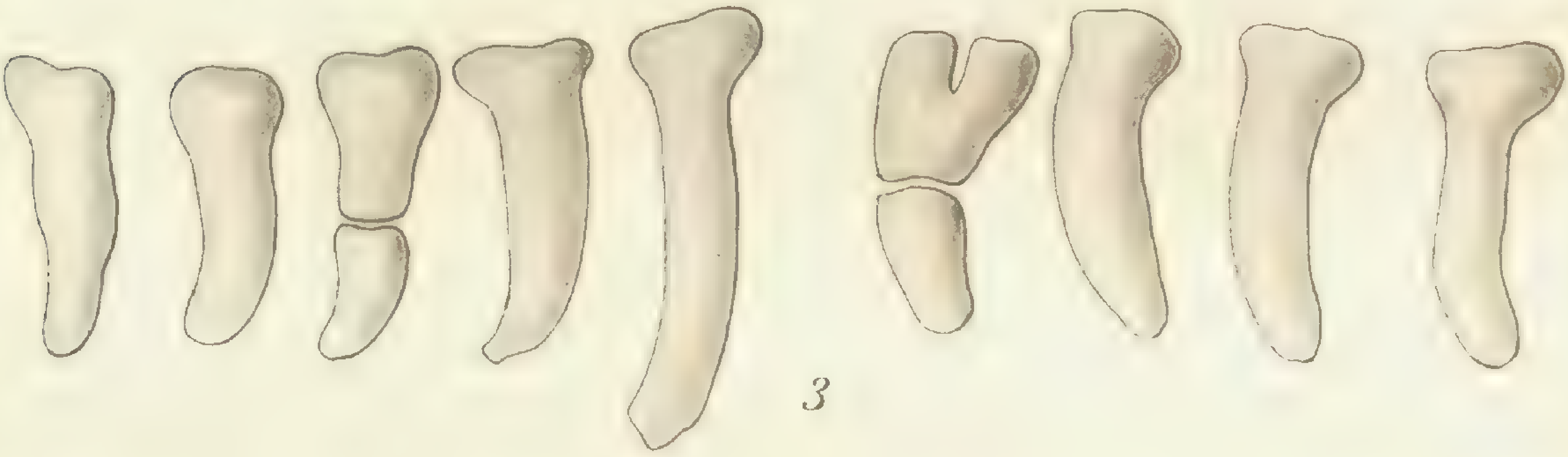

10
9
11



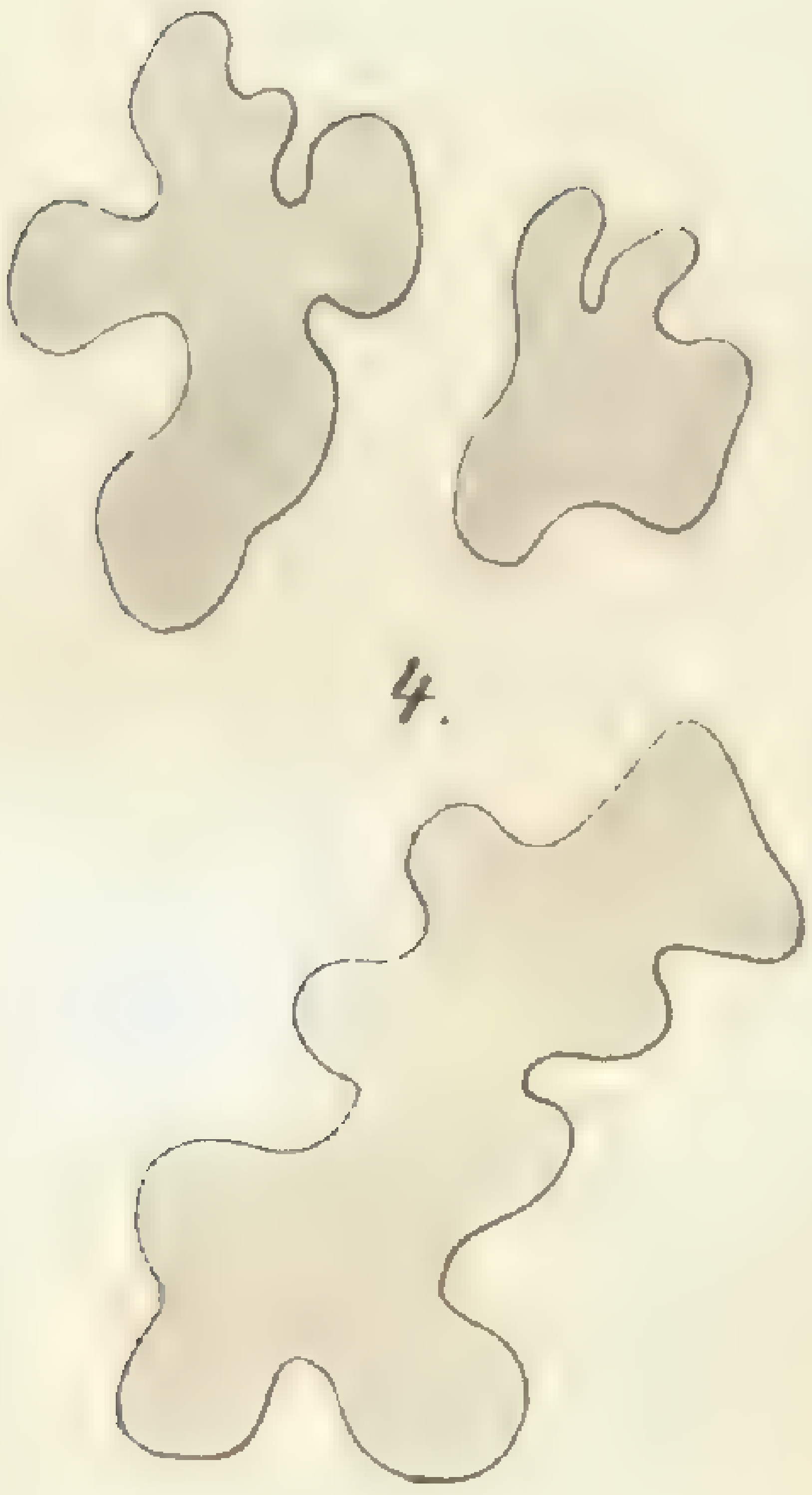
1.



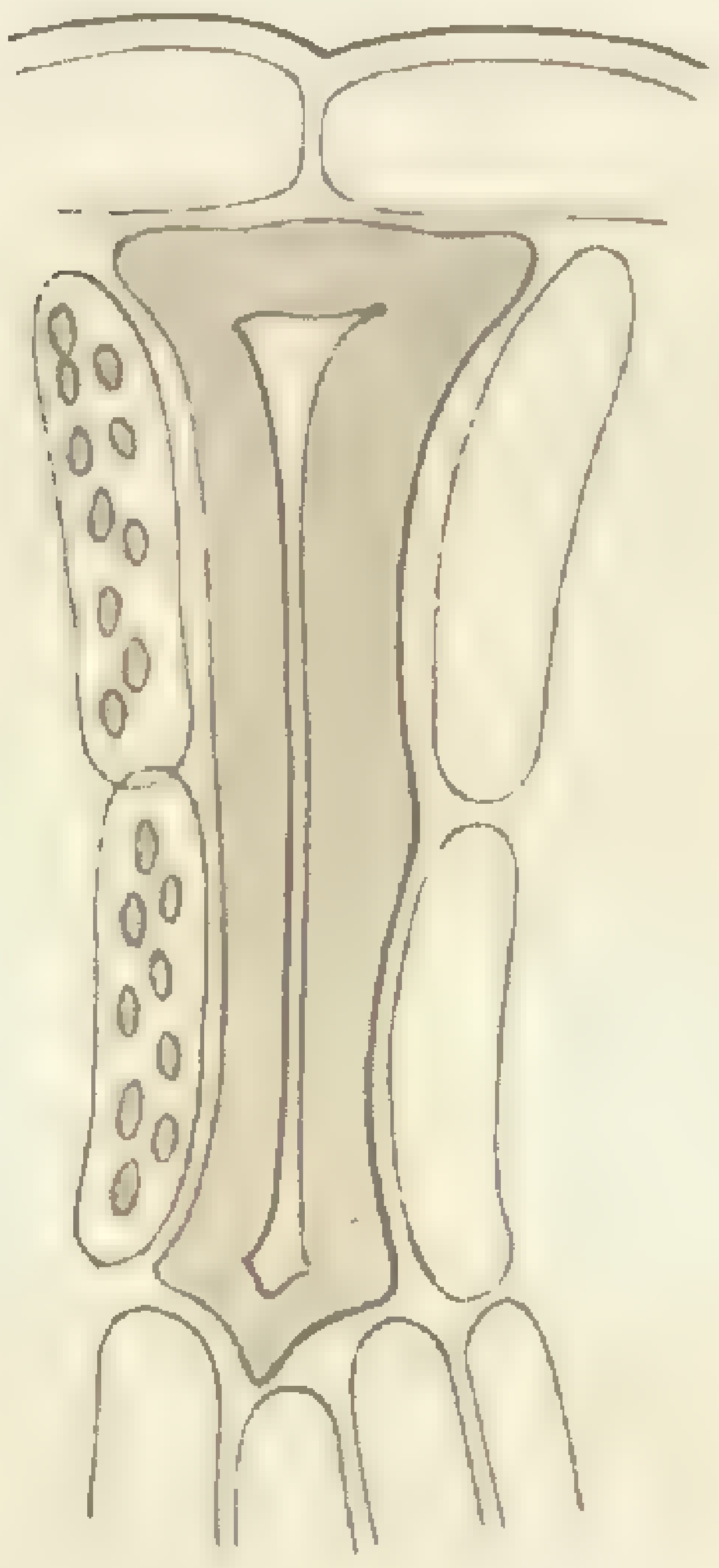
2



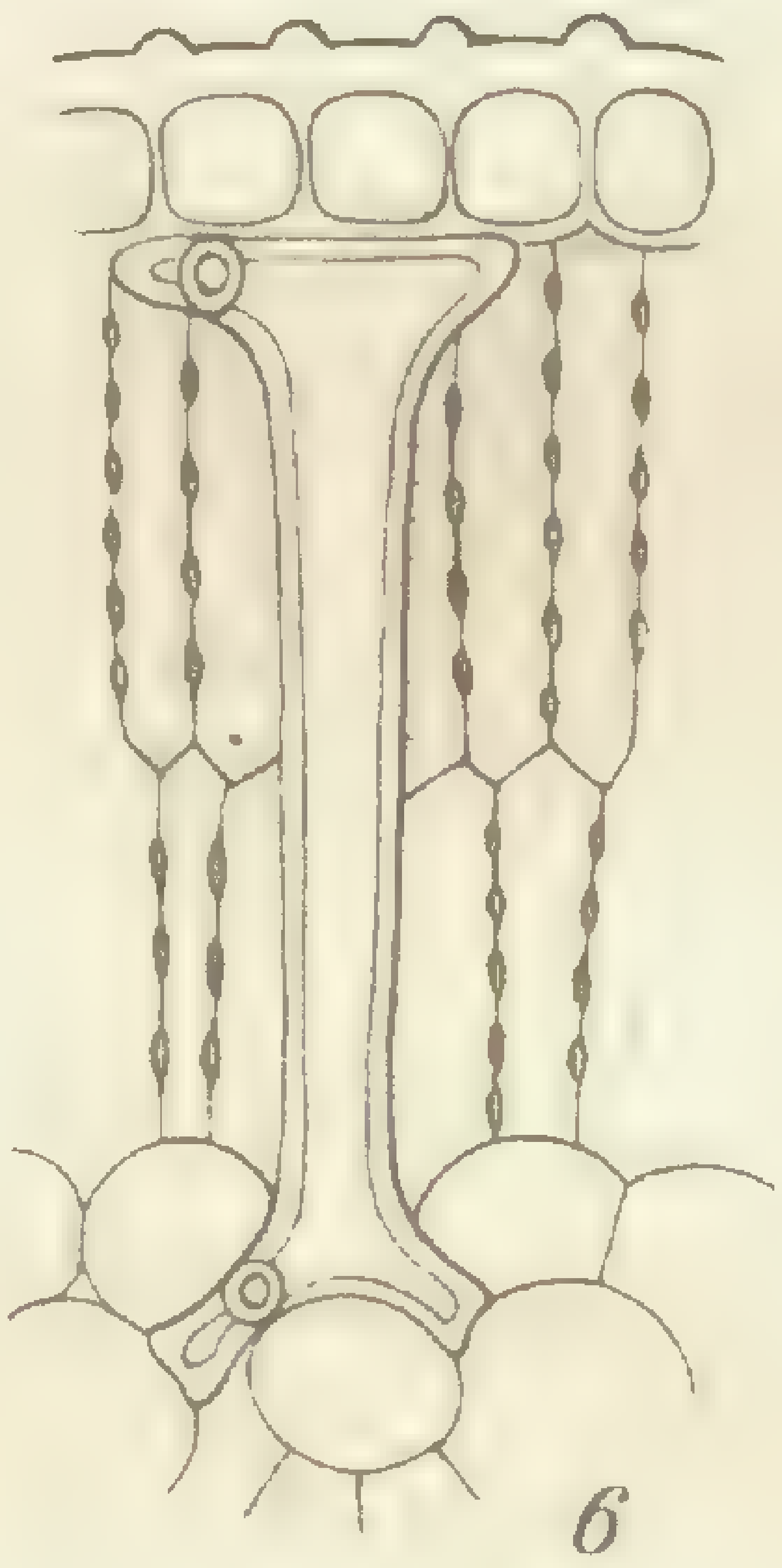
3



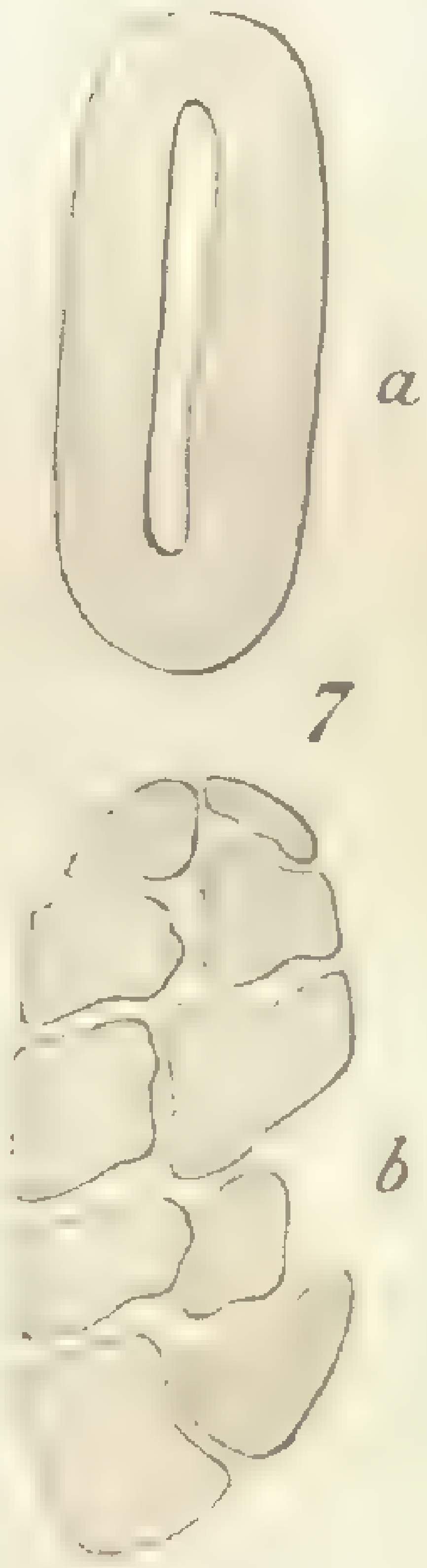
4.



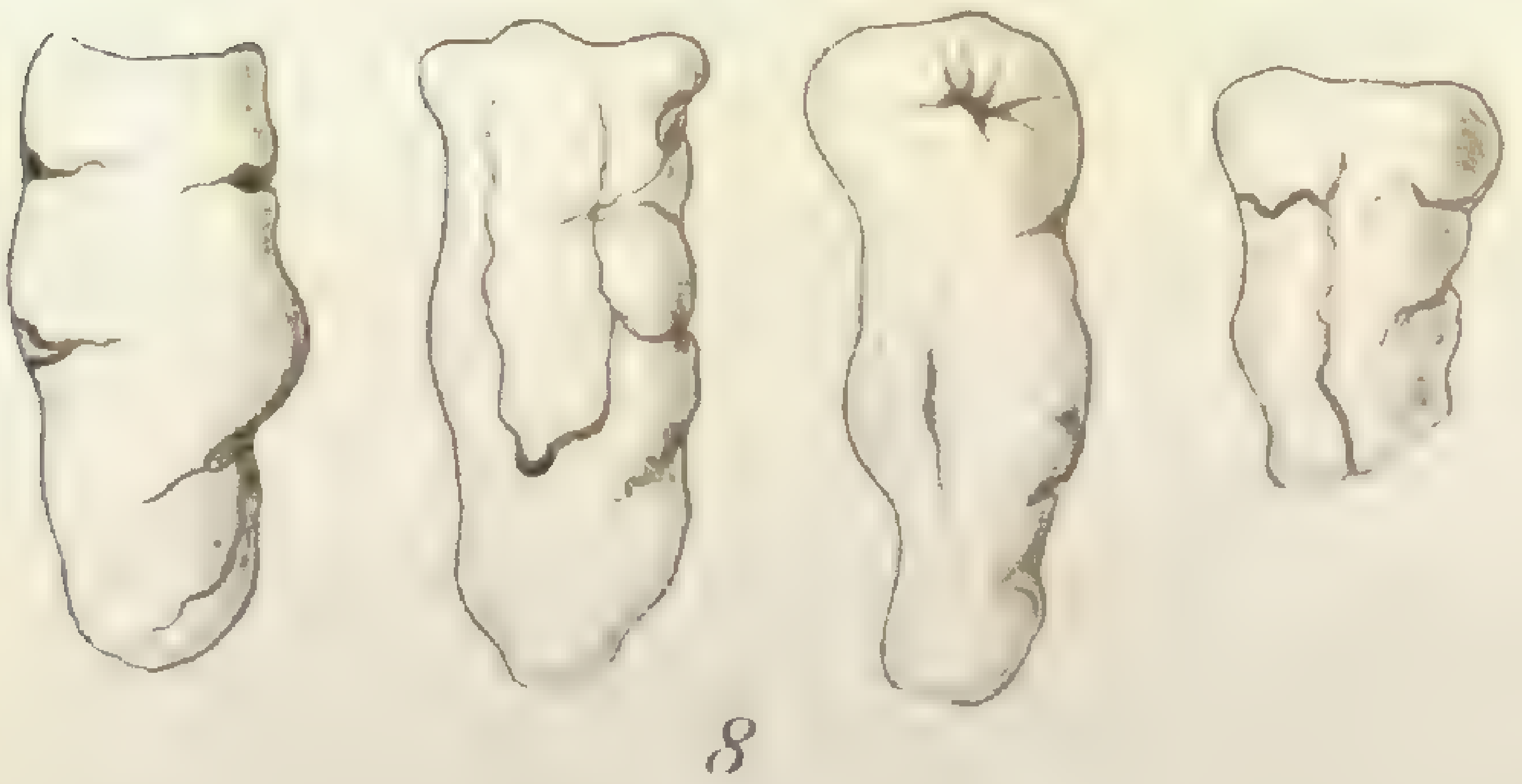
5



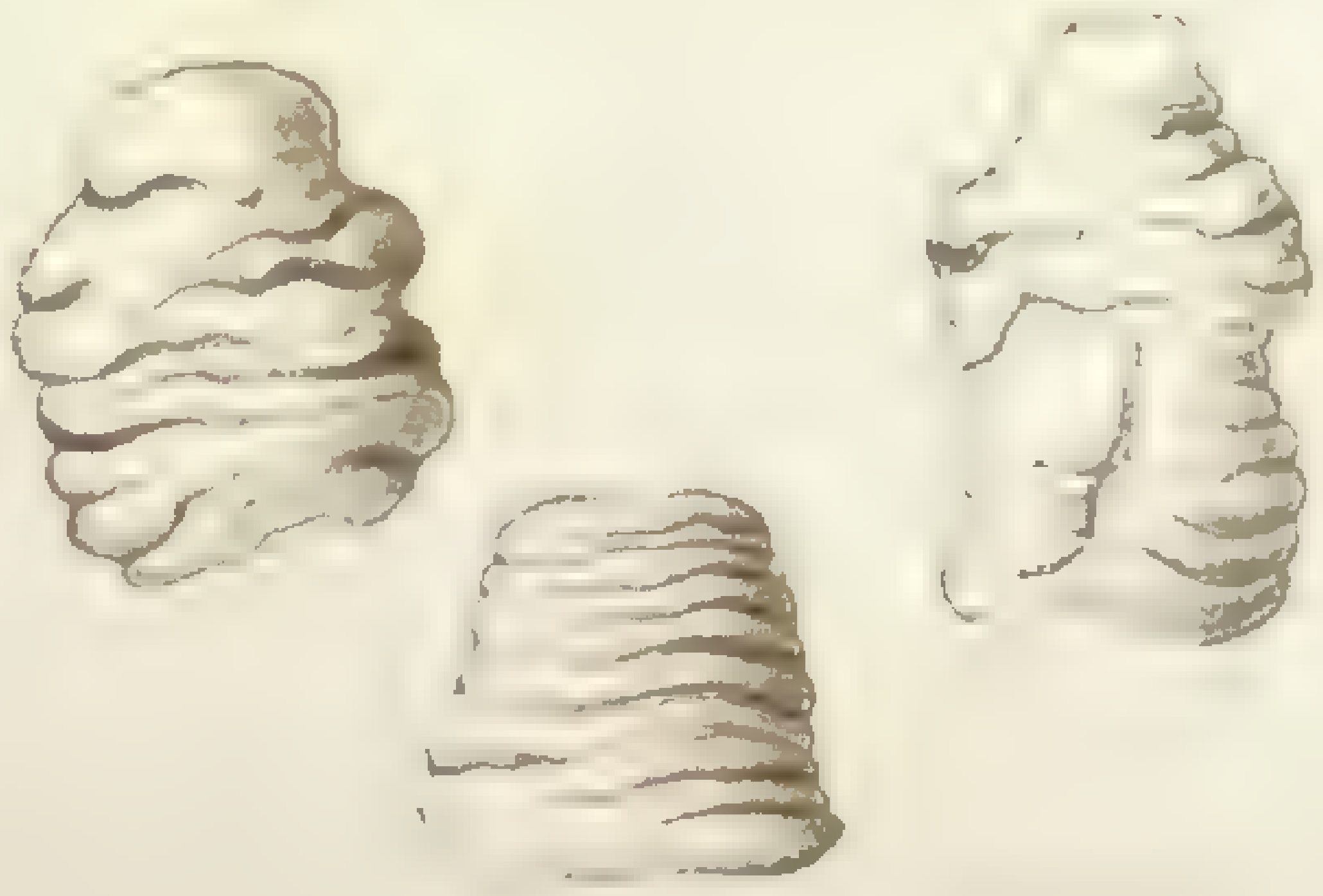
6



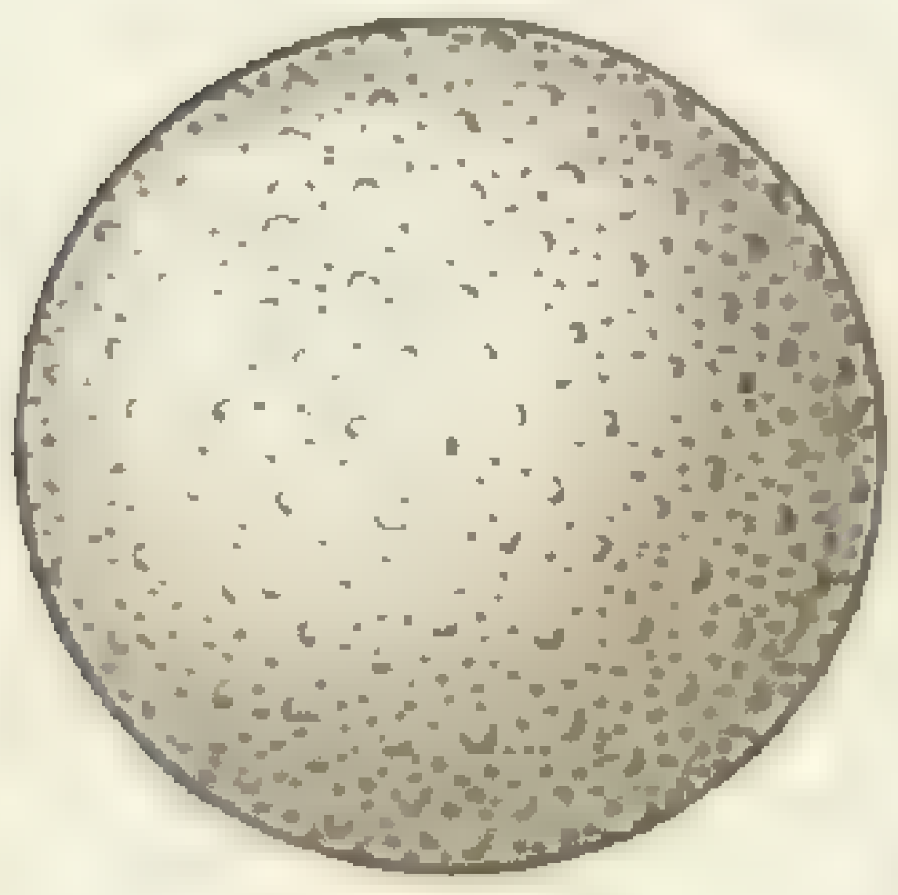
7

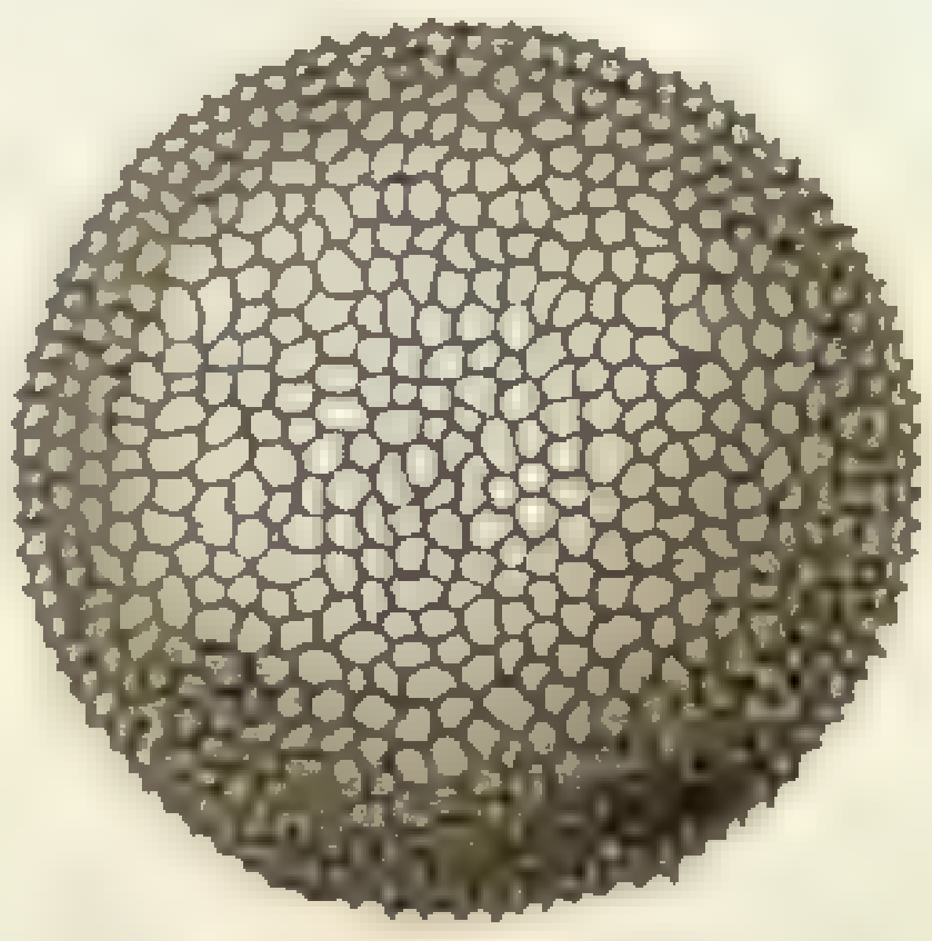


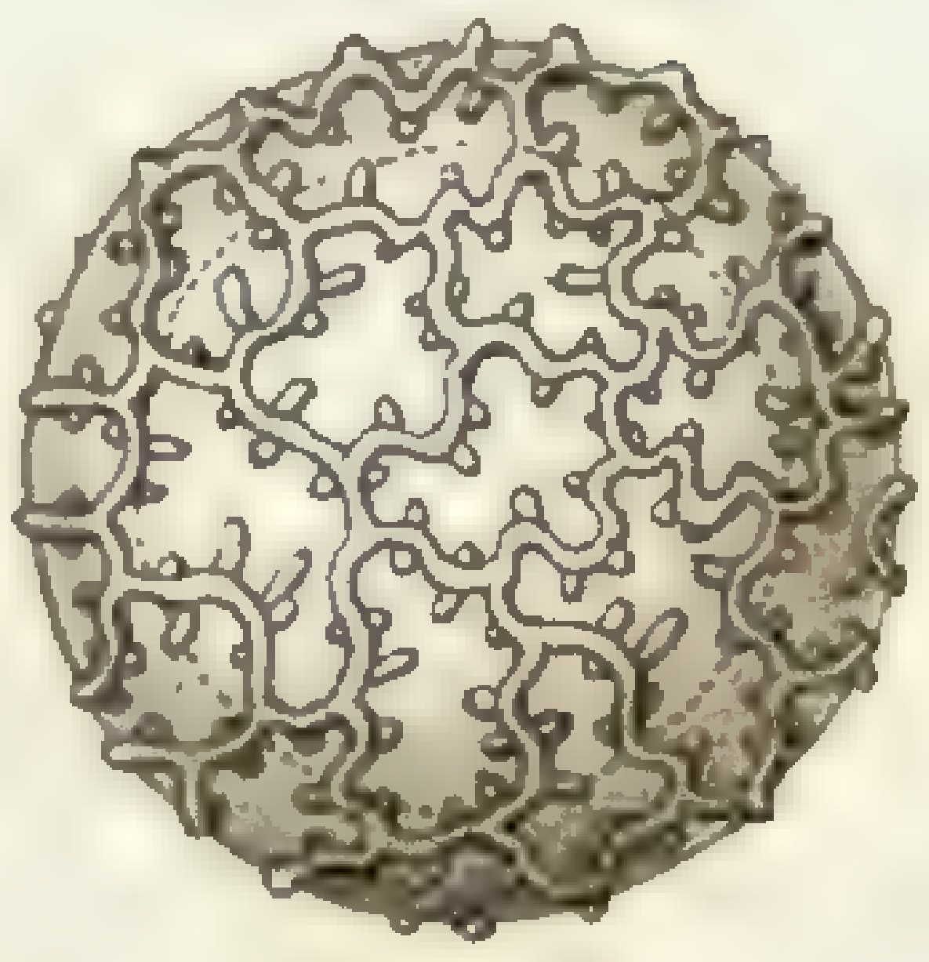
8

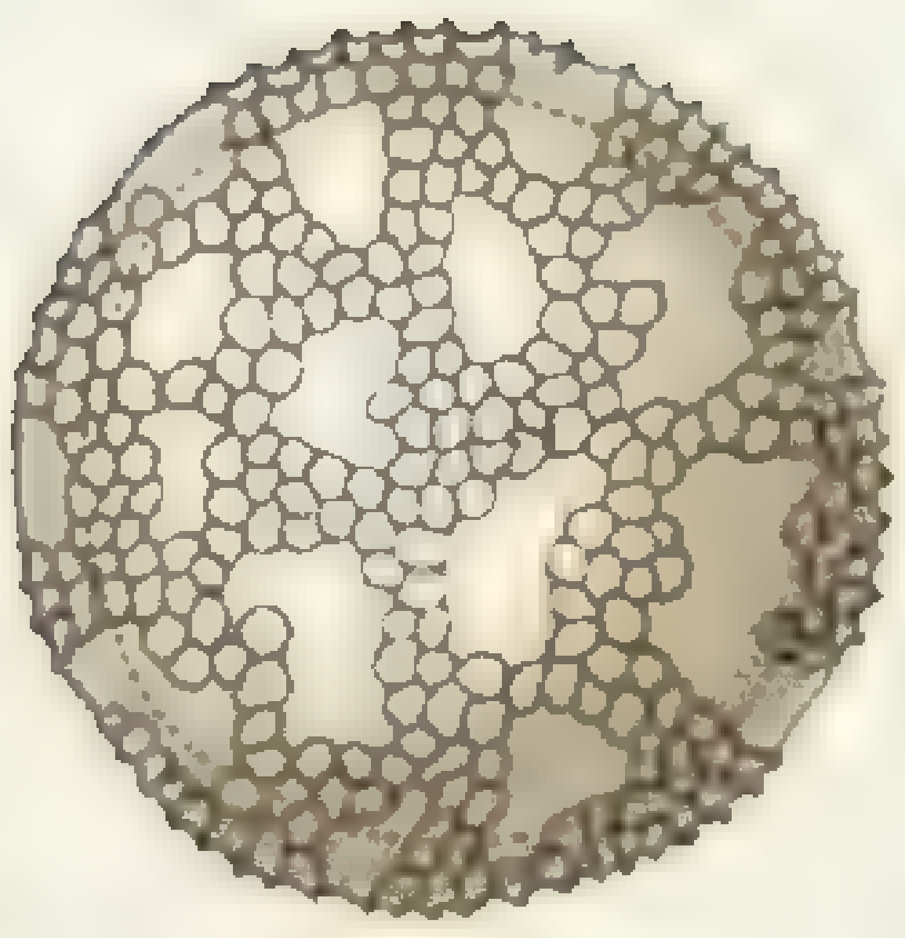


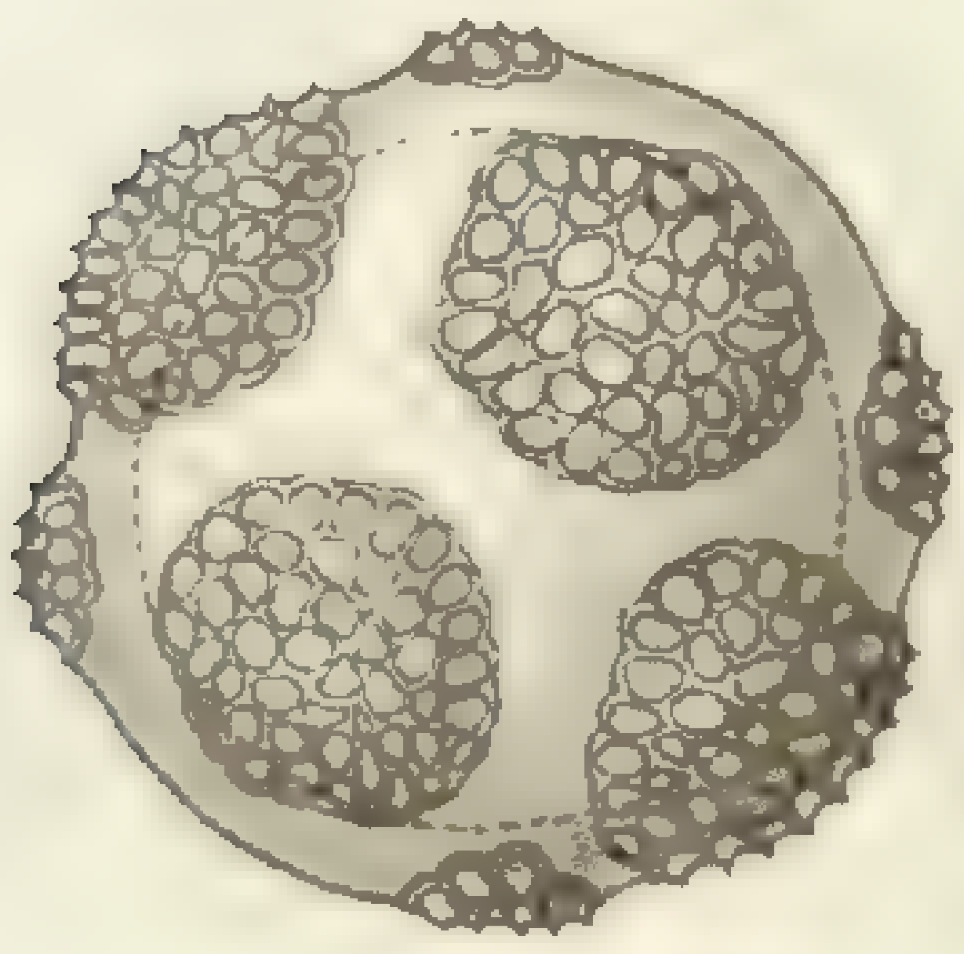
9

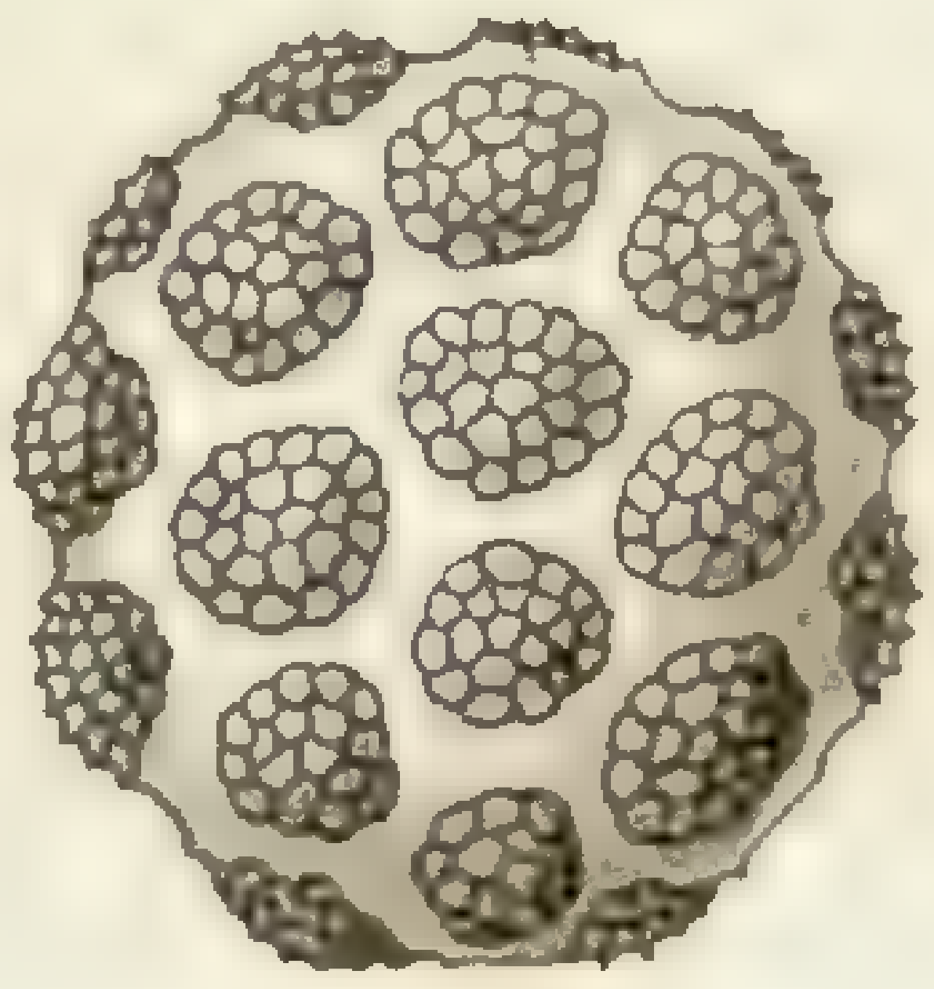

1. 300/1.

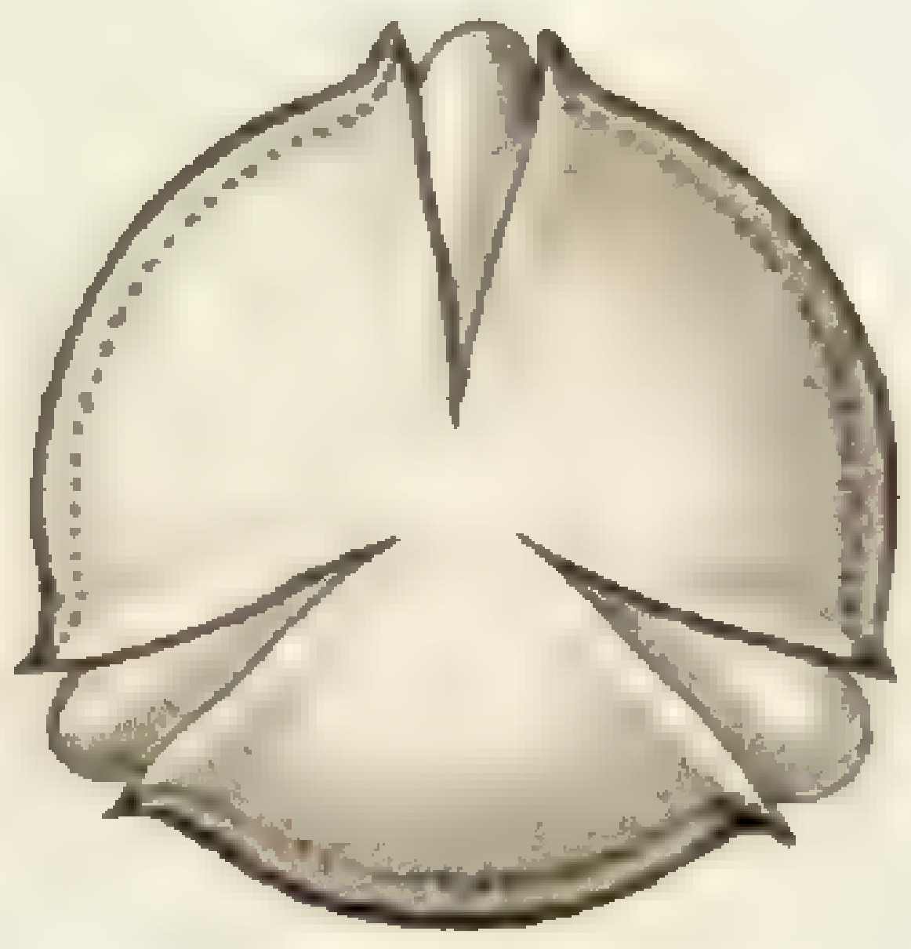

2. 350/1.

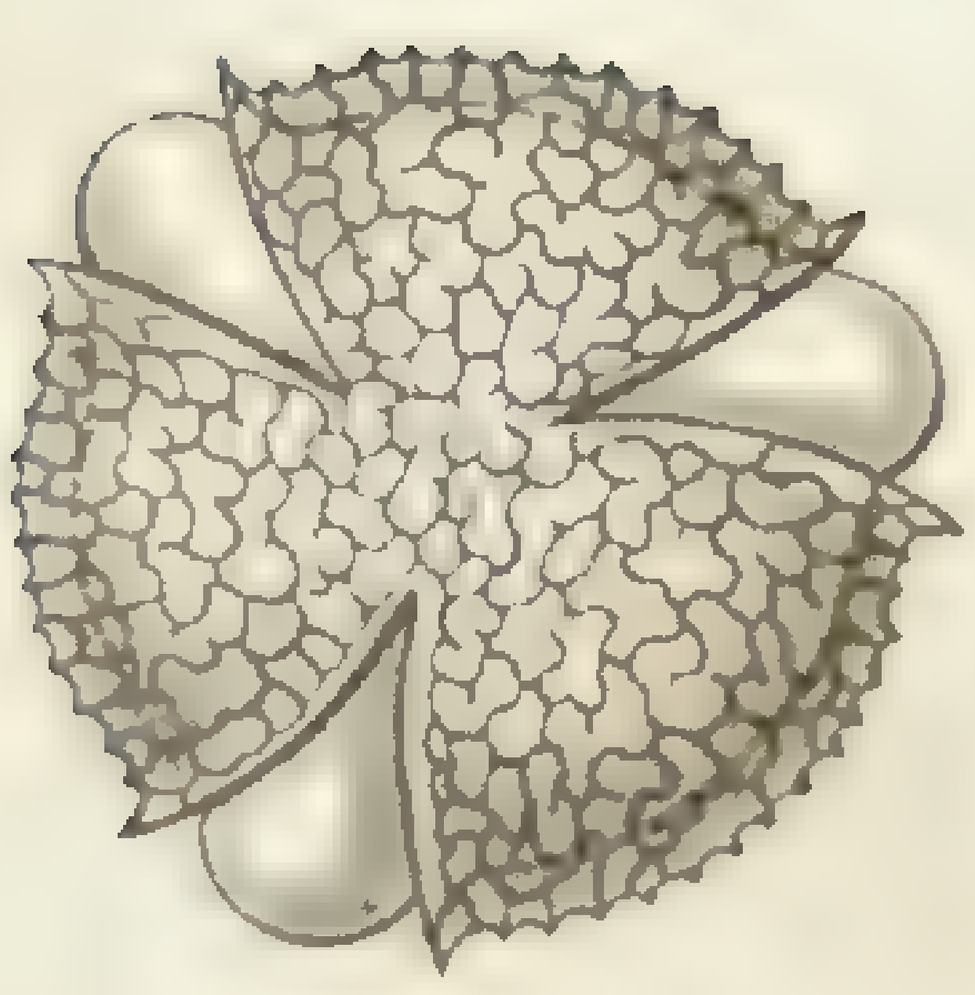

3. 250/1.

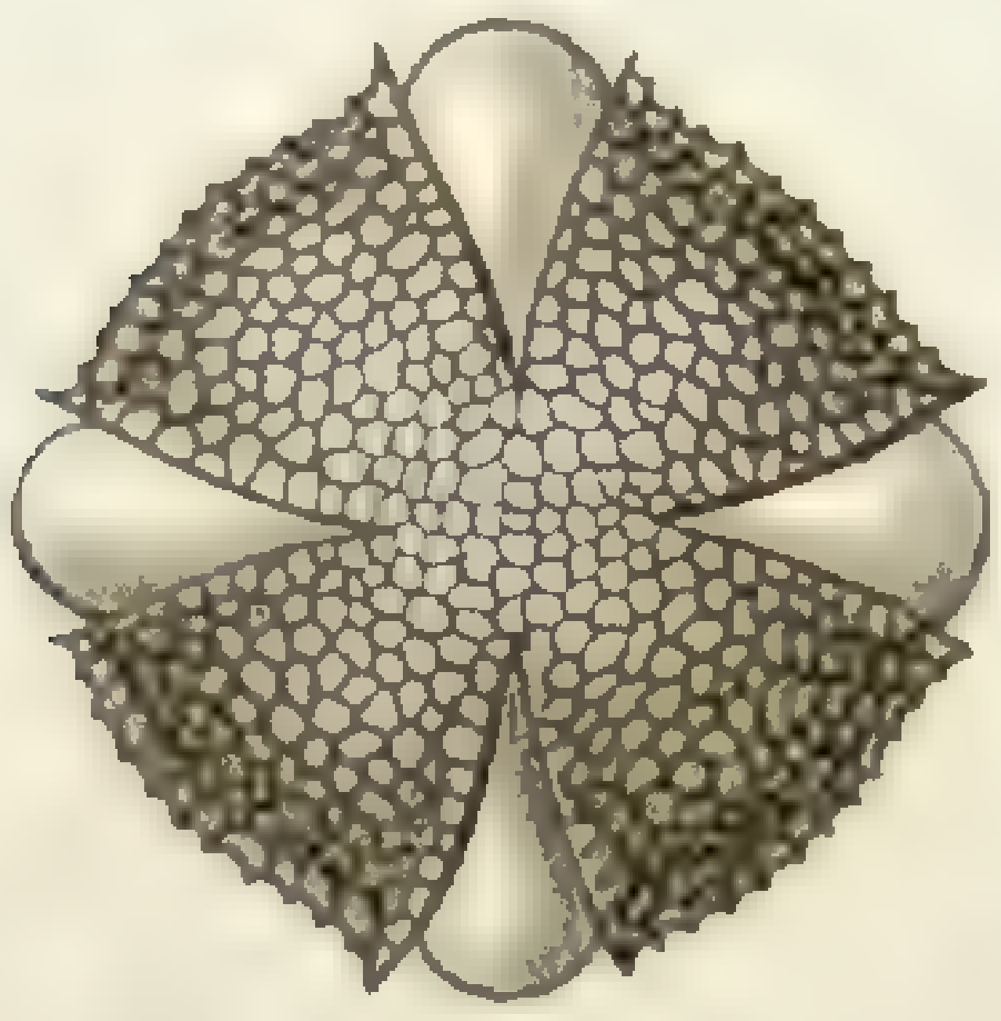

4. 350/1.

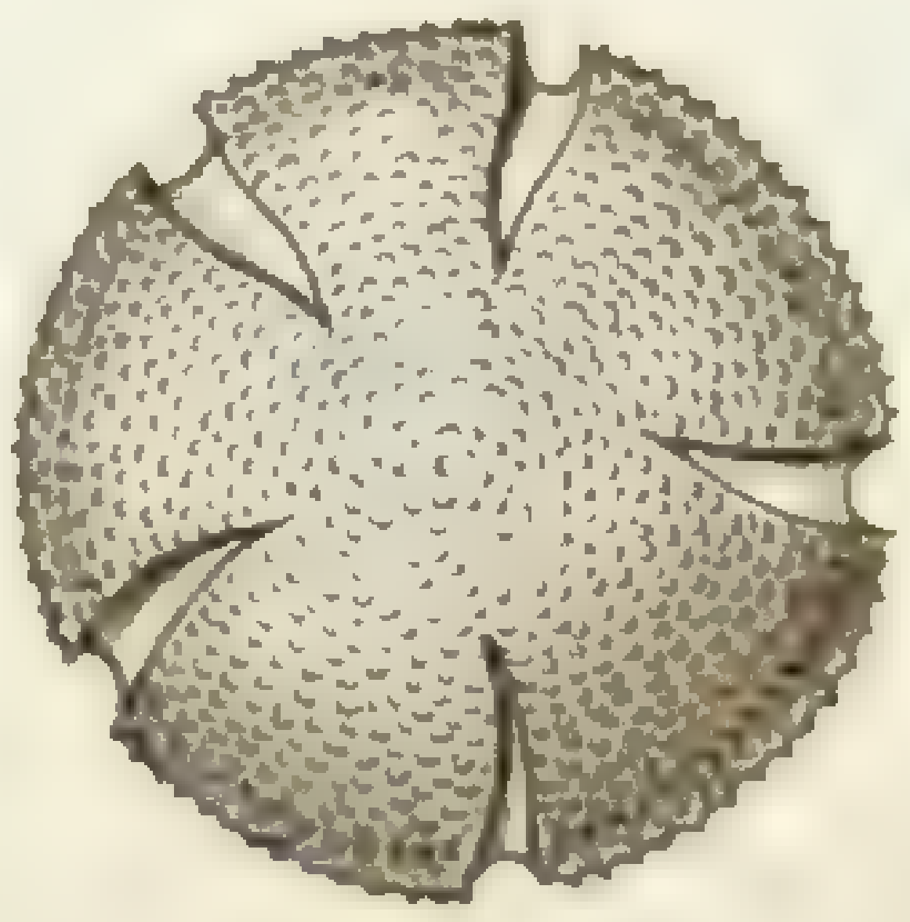

5. 475/1.

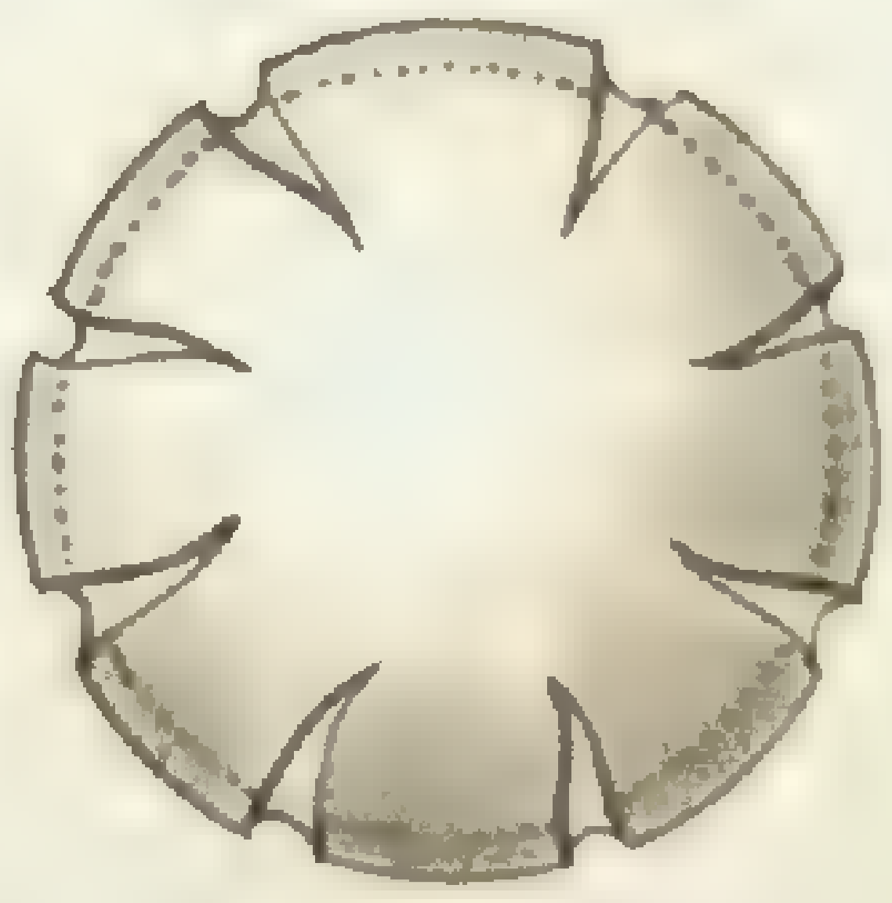

6. 325/1.

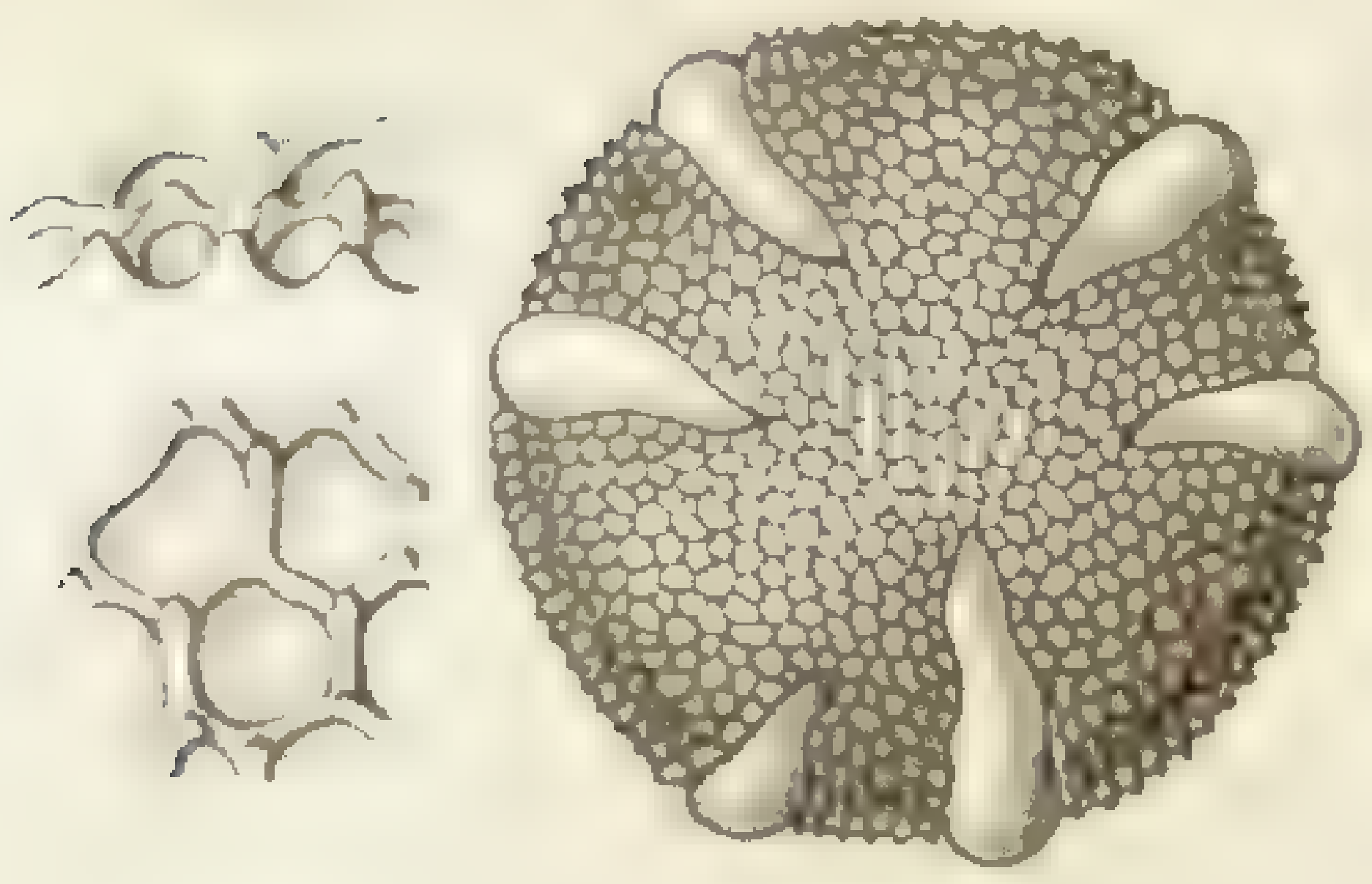

7. 600/1.

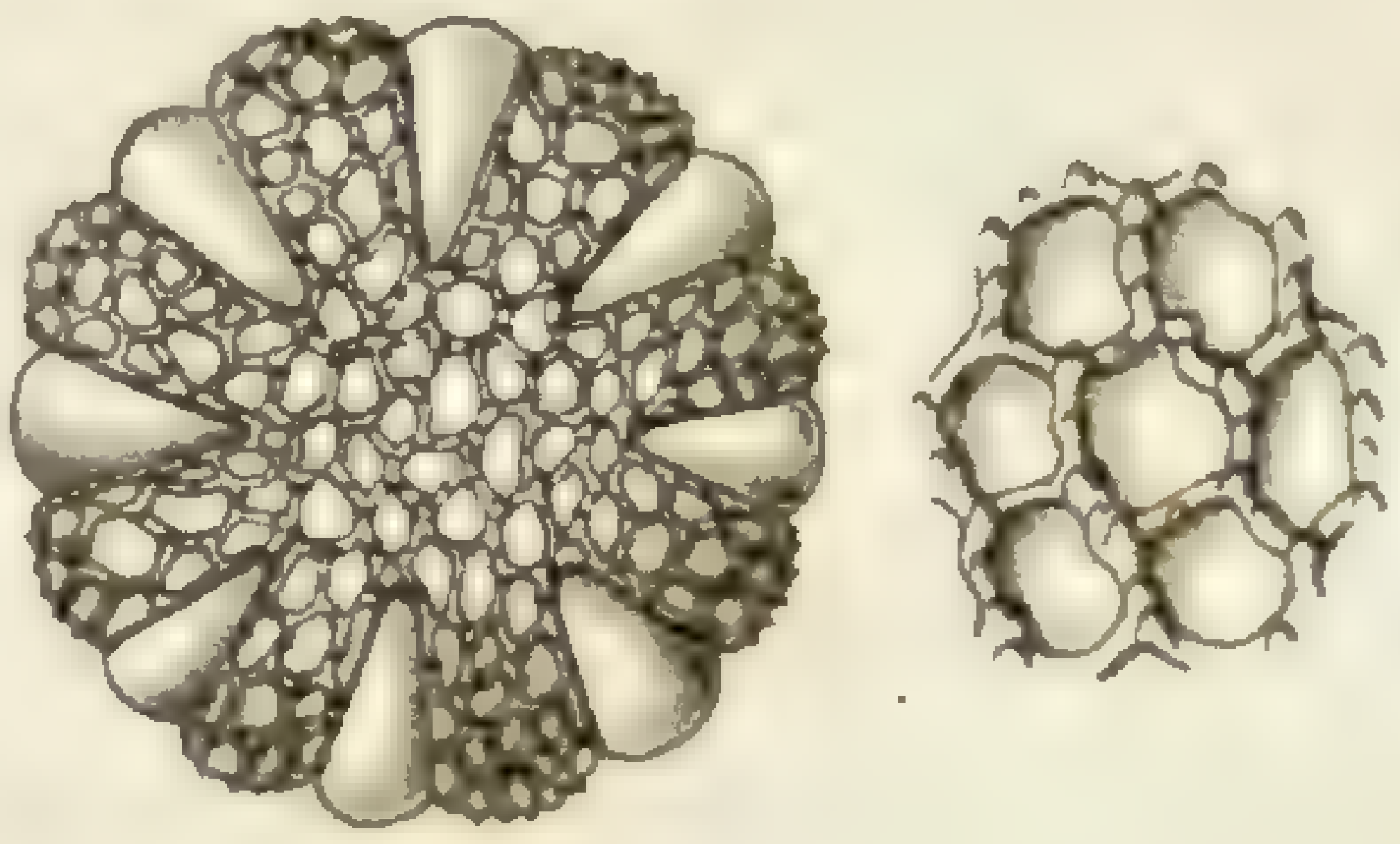

8. 350/1.

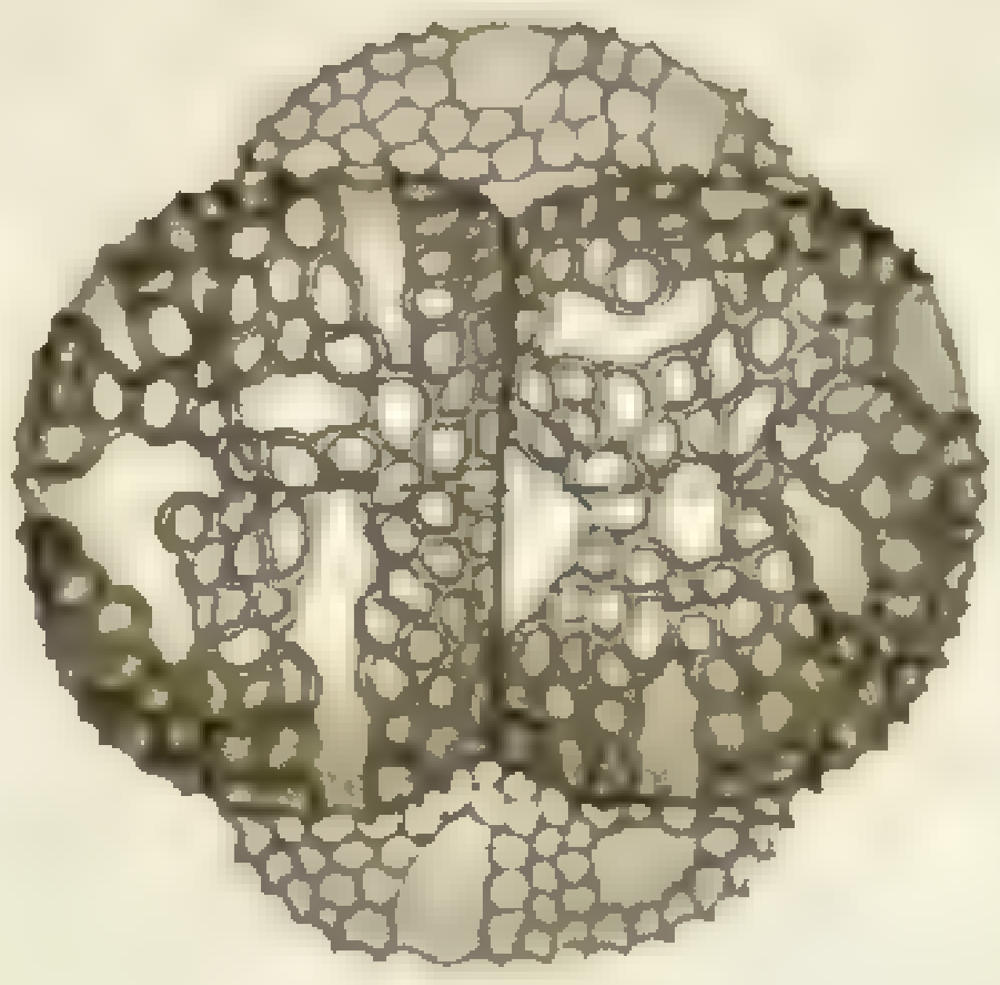

9. 275/1.

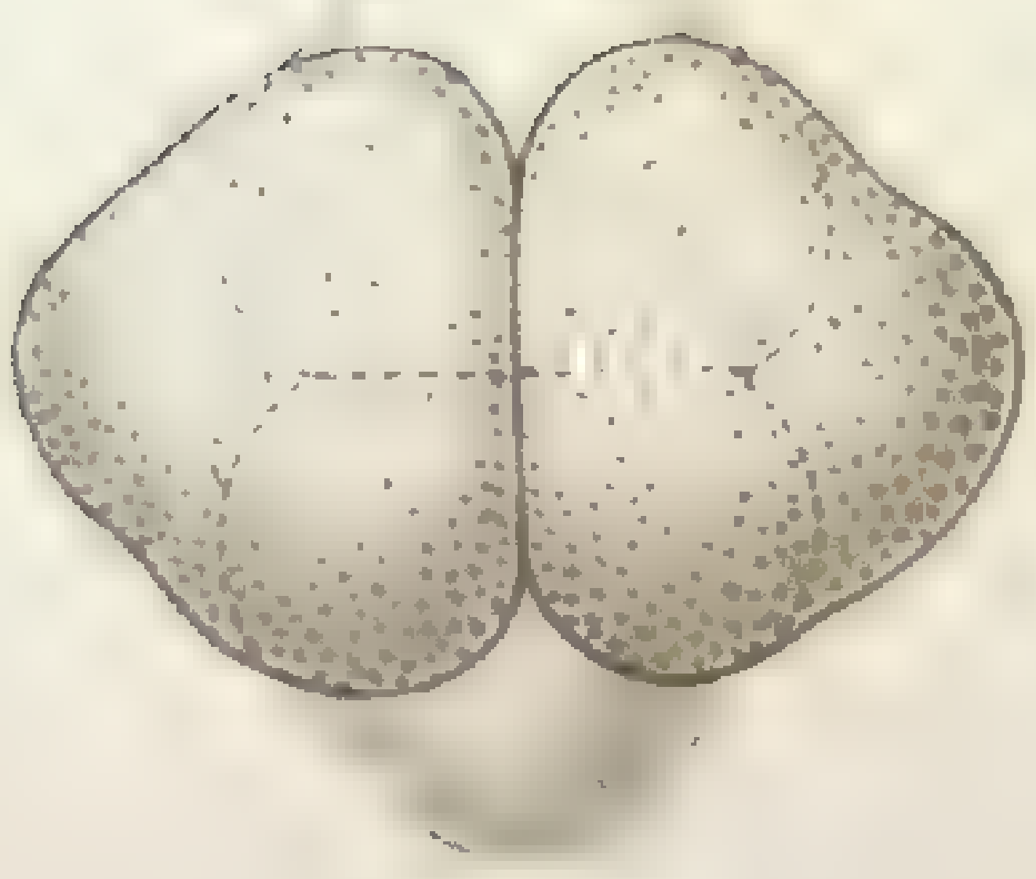

10. 475/1.

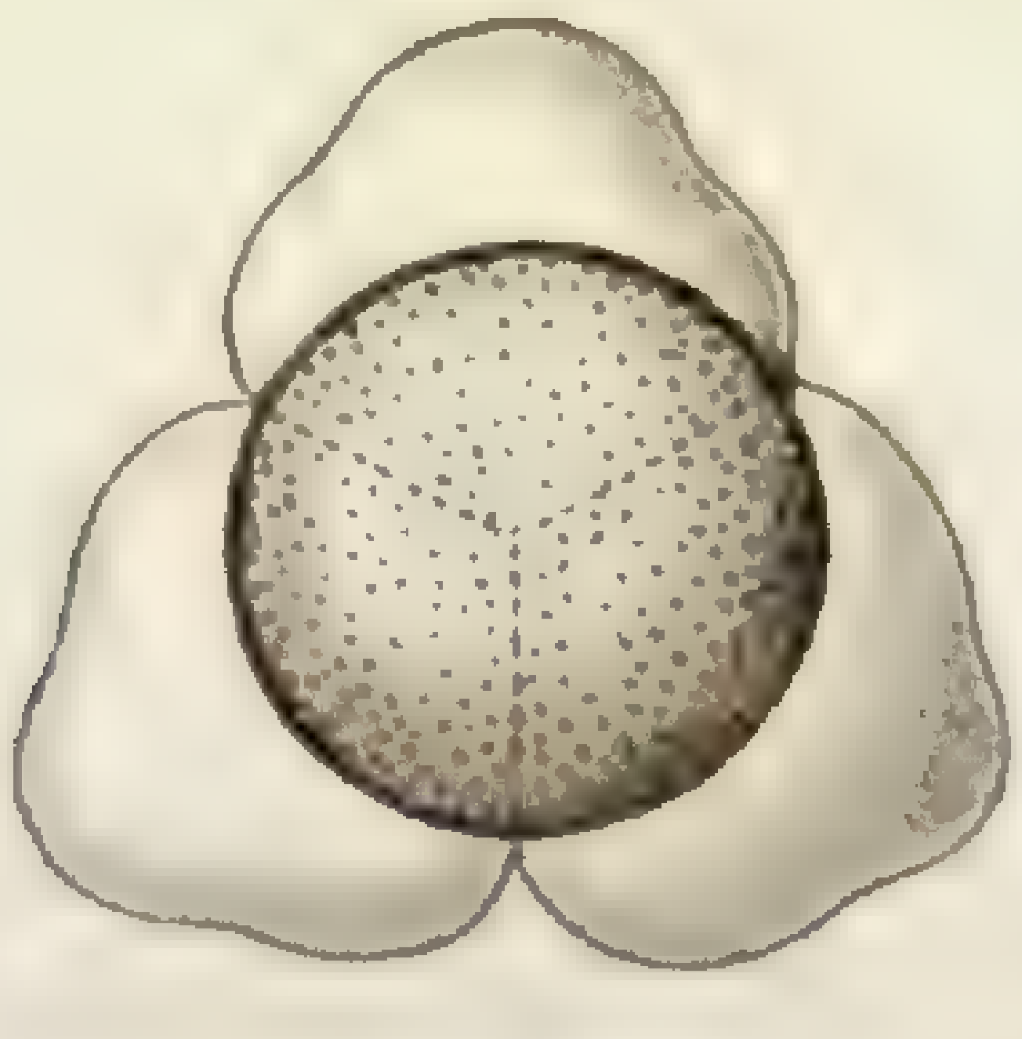

11. 350/1.

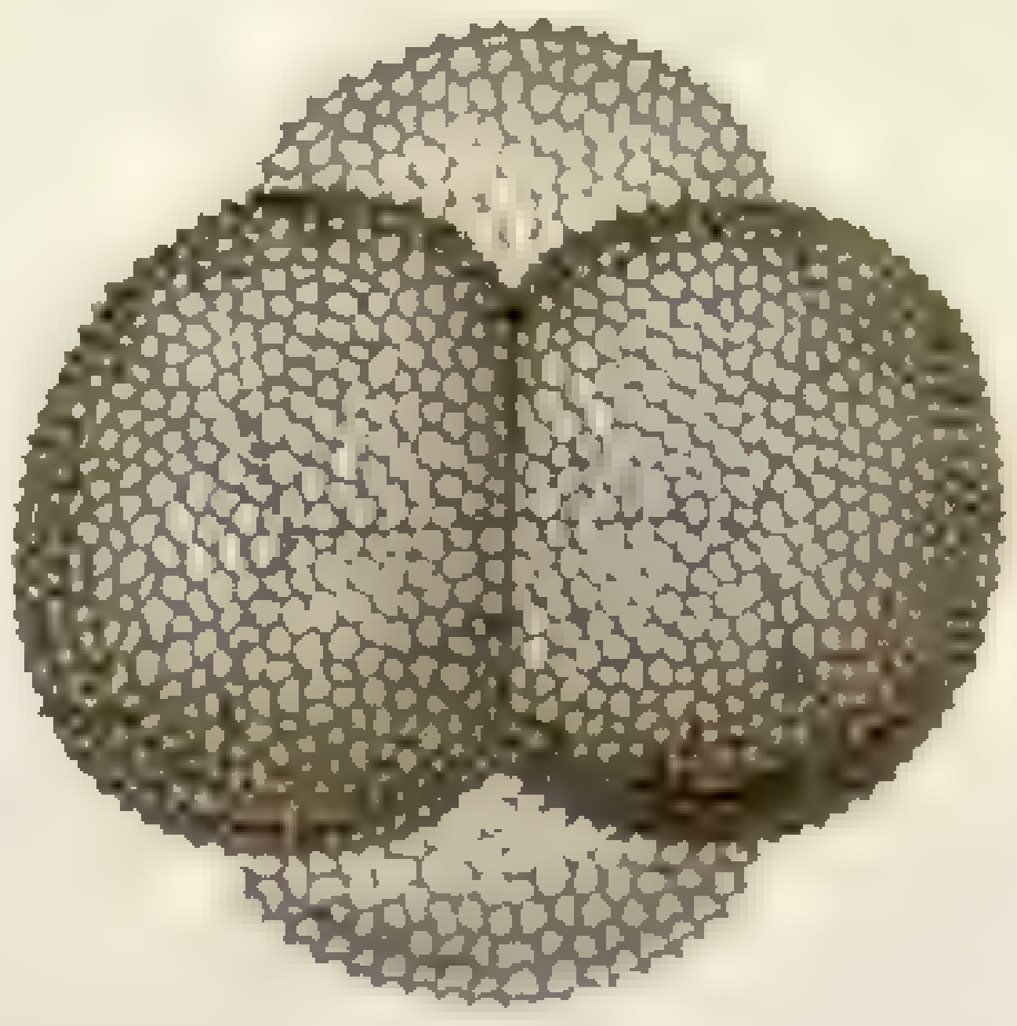

12. 250/1.

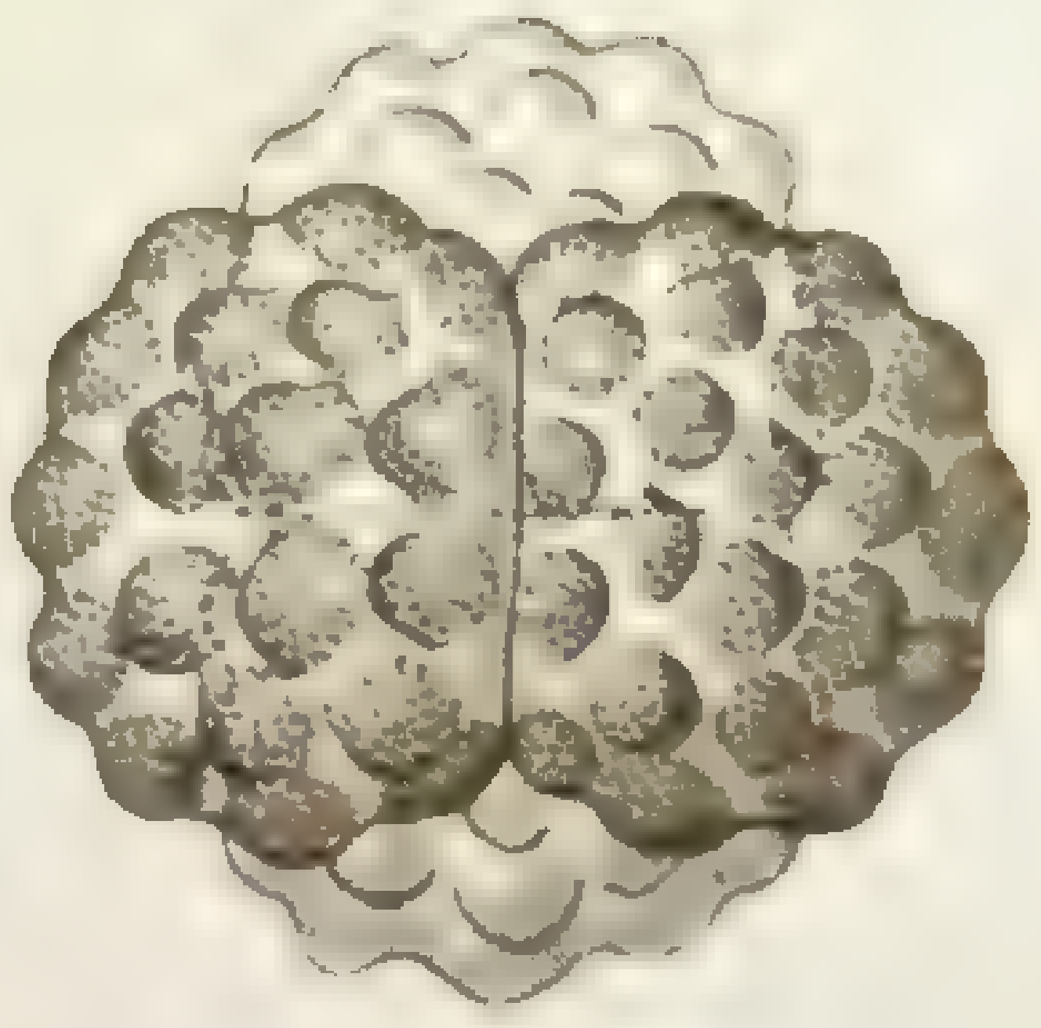

13. 250/1.


14. 275/1.


15. 400/1.


16. 400/1.


17. 275/1.


18. 400/1.

I. Urban u. J. Pohl ges. *E. Laue lith.*

Sitzung vom 29. Dezember 1916.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Der Vorsitzende teilt mit, daß die heutige Sitzung mit dem 80. Geburtstage unseres hochverdienten Mitgliedes

Georg Schweinfurth

zusammenfällt und daß der Vorstand im Namen der Gesellschaft eine Adresse an ihn gerichtet habe. — Unsere Gesellschaft hegt zuversichtlich die Hoffnung, daß dem Nestor der Afrikaforschung noch recht lange seine beneidenswerte geistige und körperliche Frische erhalten bleibe und es ihm vergönnt sei, an der Ausarbeitung der reichen Fülle seiner Ideen mit gewohnter Energie weiter tätig zu sein.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Huber-Pestalozzi, Dr. **Gottfried,** in **Zürich,**
Martin, Dr. **Hermann,** aus **Heiligenstadt,**
Hillmann, Joh., in **Berlin-Pankow.**

Ergebnis der Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und des Ausschusses für das Jahr 1917.

Präsident: Herr J. REINKE-Kiel.

Stellvertreter des Präsidenten: Herr HANS WINKLER-Hamburg.

Ausschußmitglieder: die Herren

K. FRITSCH-Graz,
E. RÜBEL-Zürich,
G. BITTER-Bremen,
F. ROSEN-Breslau,
W. RUHLAND-Halle a. S.,
F. TOBLER-Münster,
H. KNIEP-Würzburg,
M. RIKLI-Zürich,
R. V. WETTSTEIN-Wien,
P. KUCKUCK-Helgoland,
K. LINSBAUER-Graz,
H. SCHENCK-Darmstadt,
M. NORDHAUSEN-Marburg a. L.
E. KÜSTER-Bonn,
H. GLÜCK-Heidelberg.

Es waren 192 gültige Wahlzettel eingegangen, die von Herrn L. PETERS und dem Sekretär gezählt wurden.

Die abgegebenen Stimmen für die einzelnen Herren schwankten zwischen 191 und 187.

Mitteilungen.

73. K. Giesenhagen: Über eine gallenartige Bildung an Antrophyum semicostatum Bl.

(Mit Taf. XXII und 1 Textfigur.)

(Eingegangen am 28. November 1916.)

KÜSTER hat in seinem Gallenbuch[1]) eine neue Definition für den Begriff der Gallen gegeben. Er bezeichnet als Gallen alle diejenigen durch einen fremden Organismus veranlaßten Bildungsabweichungen, welche eine Wachstumsreaktion der Pflanze auf die von dem fremden Organismus ausgehenden Reize darstellen, und zu welchen die fremden Organismen in irgendwelchen ernährungsphysiologischen Beziehungen stehen.

Gegenüber der bisher von den Cecidologen wohl ziemlich allgemein acceptierten durch THOMAS[2]) gegebenen Begriffsbestimmung erscheint KÜSTERs Definition in zwei Punkten verengert. Einmal präzisiert er die auch von THOMAS geforderte Reaktion der Gallenpflanze als Wachstumsreaktion und ferner beschränkt er den Begriff „Galle“ auf diejenigen Fälle, in denen zwischen der Bildungsabweichung und dem verursachenden fremden Organismus eine ernährungsphysiologische Beziehung besteht. Wenn man die bekannten Gallenbildungen überblickt, wird man zugeben können, daß die von KÜSTERs Definition geforderten biologischen Beziehungen zwischen Gallenerreger und Bildungsabweichung wohl im allgemeinen vorhanden sind, oder wo sie nicht ohne weiteres erkennbar sind und auch nicht nachgewiesen wurden, doch vorhanden sein könnten. Aber es ist doch der Fall denkbar, daß schließlich auch ein bloßer Raumparasitismus zu einer Bildungsabweichung am Pflanzenkörper führt, der man die Bezeichnung Galle nicht versagen kann.

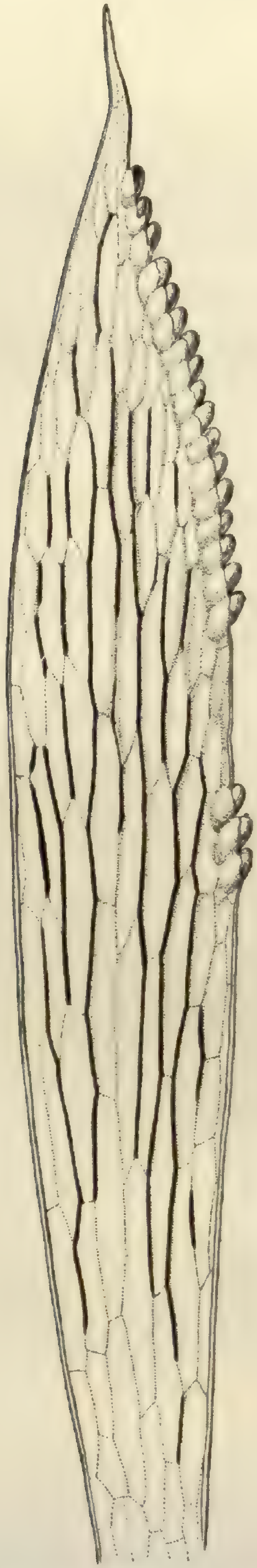
Daß derartige Fälle vorkommen ist schon von THOMAS betont worden und ist auch KÜSTER keineswegs entgangen. Es wird von beiden auf die eigenartigen Gewebewucherungen hingewiesen, die durch die Ablage der Eier von Lestes viridis im Rindenparenchym jüngere Zweige von *Alnus*, *Populus*, *Salix* und anderer Holzgewächse hervorgerufen werden. Die Geringfügigkeit der durch vorübergehende Einwirkung des Gallenerzeugers bewirkten Bildungsabweichung veranlaßte THOMAS diese Bildungen von den echten Gallen abzutrennen und sie mit ähnlichen Erscheinungen als Procecidien zusammenzufassen, und KÜSTER schließt sich seiner Auffassung an. Daß aber gelegentlich derartige Procecidien in ihrer äußeren Erscheinung den echten Gallen sehr nahe kommen können, zeigt eine Bildungsabweichung an einem Farnwedel, der bereits seit einigen Jahren in meinen Händen ist, ohne daß es mir bisher gelungen wäre, das für die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte erforderliche Material zu gewinnen. In der Erwägung, daß es der Erforschung des interessanten Falles förderlich sein könnte, wenn andere auf das Vorkommen aufmerksam gemacht werden, habe ich mich entschlossen mitzuteilen, was ich an meinem unvollständigen Material erkennen konnte.

---

[1]) KÜSTER, E., Die Gallen der Pflanzen, Leipzig 1911.

[2]) THOMAS, FR., Zur Kenntnis der Milbengallen etc., Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften 1873. 42, 513.

Mein Untersuchungsmaterial bildet ein einziger Wedel von *Antrophyum semicostatum*, der auf Java in Tjibodas gesammelt wurde und mir bereits im Jahre 1909 durch die Güte des Herrn Professor ROSENSTOCK in Gotha zur Verfügung gestellt wurde. Die Textfigur stellt den Wedel in natürlicher Größe dar und zwar von der fertilen Seite. Das Aussehen der Mißbildung ist auch von der sterilen Blattseite das gleiche. Sie besteht darin, daß an dem einen Rande des Wedels in dichter Reihe, nur einmal durch einen größeren Zwischenraum unterbrochen Gewebetaschen vorhanden sind, aus denen je ein braunes bohnenförmiges Insektenei schräg aufwärts gegen die Blattspitze hin hervorragt. Die Eier sind alle durch einen regelmäßigen ringsum verlaufenden Riß muschelschalenartig in zwei Hälften zerspalten und leider entleert, so daß sich über die systematische Stellung des tierischen Verursachers keine Anhaltspunkte gewinnen lassen; ja selbst die Ansicht, daß es sich um Insekteneier handelt, ist nur eine auf Wahrscheinlichkeitsgründe gestützte Vermutung. Die chitinartigen braunen Eischalen bestehen aus zwei Schichten, von denen die etwas dickere innere homogen erscheint, und an der Innenfläche spiegelglatt ist, während die äußere Schicht bei der Vergrößerung auf der Außenfläche eine regelmäßige sechseckige Felderung erkennen läßt (s. Fig. 2 auf Tafel XXII). Die Länge der Schalen beträgt etwa 4—5 mm, ihre größte Breite 2 bis $2^1/_2$ mm. Die Dicke der Chitinkapseln läßt sich nicht sicher bestimmen, da ja der Formwedel gepreßt wurde,



Wedel von *Antrophyum semicostatum* mit gallenähnlichen Bildungen am rechten Rande. Nat. Größe.

sie dürfte aber im normalen Zustande kaum mehr als 1 mm betragen haben. Die Wanddicke beträgt überall gleichmäßig etwa 60—70 μ.

Die Gewebetaschen des *Autrophyum*blattes, in denen die Chitinhüllen etwa bis zu zwei Dritteilen eingesenkt und festgewachsen sind, bestehen, soweit sich das aus dem getrockneten Blatt noch beurteilen läßt, aus normalen Blattzellen. Ein Schnitt durch die Tasche zeigt jederseits der Chitinkapsel zwei oder mehr Zellschichten: eine dicht gefügte Oberhaut und darunter eine Lage von Schwammparenchym, dessen Zellen sich mit breiter Fläche an die Chitinschale anlegen (s. Fig. 1 auf Tafel XXII). Die Berührungsfläche, die dadurch zwischen dem Ei und dem Blattparenchym geschaffen wird, ist aber nicht lückenlos; wie schon die Fig. 1 auf Tafel XXII erkennen läßt, reichen die Interzellularräume stellenweise an die Chitinschale heran. Es scheint aber wohl so, als ob wenigstens gegen den Blattrand hin die Zwischenräume zwischen den Schwammzellen der Berührungsschicht wesentlich kleiner bleiben als im normalen Gewebe des Blattrandes. Fig. 3 auf Tafel XXII zeigt von der Fläche gesehen das Zellnetz der Berührungsfläche einer Tasche mit engen Interzellularlücken, in Fig. 4 derselben Tafel ist ein Flächenbild vom Innengewebe des normalen Blattrandes gegeben. Am äußersten Saum der Taschen schienen mir immer die Randzellen des Blattgewebes ununterbrochen der Chitinschale anzuliegen, und damit einen Abschluß des Interzellularsystems und einen Schutz gegen das Eindringen von parasitischen Pilzen an dieser Stelle zu gewährleisten.

Bemerkenswert ist, daß sich die Gallen des Schwammparenchyms der Fläche des Fremdkörpers mit breiter Fläche dicht anschmiegen, während sonst die inneren Blattzellen allseitig die zapfenartigen Vorsprünge bilden, auf denen der lockere Verband des Schwammgewebes beruht. Wir haben in dieser Erscheinung offenbar eine direkte Beeinflussung des Entwicklungsganges der Zellen durch das Insektenei zu sehen. In der Gesamtplastik des von den Insekteneiern besetzten Blattrandes tritt diese Einwirkung des Gallenerzeugers dadurch auffällig hervor, daß sich das Blattgewebe überall dicht um die Eier herumlegt, in seiner Flächenausbreitung also der Oberflächenentwicklung der Chitinkörper folgt. Das tritt besonders dort auffällig hervor, wo die Chitinschalen nicht genau in einer Reihe nebeneinander liegen, sondern mit ihren Rändern in der Fläche übereinander greifen, wie es z. B. in dem in Fig. 5a auf Tafel XXII dargestellten Falle sich zeigt. Das am unteren Ei die Tasche bildende Blattgewebe reicht dort nach oben zwischen die beiden Eier hinein und bildet auch hier eine enganliegende Hautfalte, die sich auf die andere Blattseite fortsetzt und dort in den Randsaum der Tasche des oberen Eies übergeht. Der Randsaum der diesseitigen Taschenhälfte des oberen Eies entwickelt sich gewissermaßen aus der Blattfläche als dünne Lamelle. Die schematische Figur eines Schnittes senkrecht zur Blattfläche längs dieser Stelle des Blattrandes (Fig. 5b auf Tafel XXII) soll dieses Verhalten erläutern. In der Mehrzahl der Fälle liegen die Eier in einer Reihe und es macht den Eindruck, als ob dann die Blattfläche einfach durch den Legestachel des Insekts vom Rande hergespalten wurde. Aber auch hier beweist die oben geschilderte Eigentümlichkeit der berührenden Innenschicht des Blattparenchyms, daß nach der Eiablage noch Wachstumsvorgänge unter der Einwirkung des von den Eiern ausgehenden Reizes stattgefunden haben.

Im übrigen weicht die anatomische Zusammensetzung der Taschenwände von der des normalen Blattrandes nicht oder doch nicht merklich ab. Insbesondere weisen die Taschen in der Epidermis der Unterseite in einiger Entfernung vom Rande typische Spaltöffnungen auf, und die charakteristischen Spikularzellen des *Antrophyum*blattes kommen auch auf den Taschen zu normaler Ausbildung.

Über den Vorgang der Taschenbildung kann ich mangels des Materials für die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte keine sicheren Vorstellungen gewinnen. Anzunehmen ist wohl, daß die Ablegung der Eier am Blattrande zu einer Zeit erfolgt, wenn das Gewebe des Blattrandes noch im Wachstum begriffen ist. Ob bei der Eiablage das Gewebe am Blattrand und in seiner Nähe einfach durch Auseinanderdrängung der Zellen gespalten wird, oder ob es dabei zur Verletzung von Zellen kommt, ist nicht sicher zu entscheiden. Auffallend ist, daß offenbar kein Wundkambium gebildet wird, und der Umstand, daß das Wachstum und die Gewebedifferenzierung des Blattes an der betroffenen Stelle im großen und ganzen ungestört fortschreitet, macht das Erstere wahrscheinlicher, wenigstens für die Zellen des inneren Blattgewebes. Für die Zellen der Epidermis besonders an dem noch nicht ausgewachsenen Blattrande ist eine bloße Auseinanderdrängung benachbarter Zellen nicht gut vorzustellen. Ebenso ist es nicht wohl anzunehmen, daß die Eier nur auf den Blattrand aufgeklebt werden um erst nachträglich durch das fortwachsende Blattparenchym umhüllt zu werden. Es müßten doch dann die Elemente der Epidermis auch an der Innenseite der Taschenwände nachweisbar sein.

Den Botanikern, die in Zukunft Gelegenheit haben in Tjibodas Studien zu machen, sei der interessante Fall zur Beachtung empfohlen.

Erklärung der Tafel XXII.

Fig. 1. Querschnitt durch die Wandung der Gewebetasche am Blattrande, *a* Schale des Insekteneies, *b* Blattparenchym. 150 : 1.
Fig. 2. Sichtbare Struktur der Eischale an der Außenseite. 150 : 1.
Fig. 3. Zellnetz des Schwammparenchyms in Berührung mit dem Ei. 150 : 1.
Fig. 4. Zellnetz des Schwammparenchyms am normalen Blattrande. 150 : 1.
Fig. 5a. Darstellung des Blattrandes mit 2 Insekteneiern in Lupenvergrößerung.
Fig. 5b. Schematischer Querschnitt durch die in Fig. 5a dargestellte Randpartie des Blattes

---

74. Einar Naumann: Einige Gesichtspunkte zur Technik und Verwertung der Schattenbilder.

(Mit 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 2. Dezember 1916)

Es ist eine alte Methode, von verschiedenen Pflanzenteilen — besonders aber Blättern — Abbildungen in natürlicher Größe einfach durch deren direktes Kopieren auf lichtempfindlichem Papier herzustellen. Sie wird wohl in der Tat auch in jedem pflanzenphysiologischen Laboratorium verwertet, wenn auch mehr um das wechselnde Absorptionsvermögen der Blätter für Licht als eigentlich um Bilder der betr. Gegenstände zu erreichen. Indessen kann die Methode bekanntlich aber auch für rein photographische Zwecke weiter gebraucht werden und dabei oft sehr vorzügliche Dienste leisten; und zwar werden die Bilder immer besser, wenn man anstatt des gewöhnlichen Auskopierpapiers in diffusem Tageslicht mit dem sog. Gaslichtpapier unter Anwendung einer künstlichen Lichtquelle (mit abgedämpften Seitenlicht) arbeitet. In den letzten Jahren hat hierbei P. LINDNER das Arbeiten mit parallelen Lichtstrahlen eingeführt[1]; daß sich dies dem Ideal nähert, ist schon aus dem Wesen der Parallelprojektion ohne weiteres ersichtlich. Es ist indessen zu bemerken, daß man oft sehr gute Ergebnisse unter Anwendung einer gewöhnlichen ziemlich diffusen Lichtquelle — etwa einer elektrischen Metalldrahtlampe mit abgedämpftem Seitenlicht — erreichen kann. Besonders dies einfache Verfahren — das auch gelegentlich von P. Lindner geprüft worden ist — dürfte sich wohl auch mit der Zeit immer mehr in der naturwissenschaftlichen Forschung einbürgern können. Das Verfahren hat indessen vorläufig auch seine gewisse Begrenzung, die besonders bei Reproduktion der Bilder bzw. bei Anfertigen von Kopien davon störend zutage tritt. In dem folgenden möchte ich kurz einige Gesichtspunkte hierzu unter Vorführen einiger Bilder aus meiner eigenen Praxis in aller Kürze besprechen.

---

[1] Vgl. besonders die folgenden Mitteilungen von P. LINDNER: Über die Schattenbildphotographie mit parallelem Licht und Die Schattenbildphotographie mit parallelem Licht und ihre Anwendung in der Botanik. — Berichte der Deutschen Botan. Ges., Band XXXII, Berlin 1914. Ein einfaches photographisches Verfahren im Dienste der biologischen Analyse. — Wochenschrift für Brauerei. Berlin 1914.

Die Technik der Schattenbilder arbeitet bekanntlich durchaus in einer eigenartigen Dunkelfeldmanier. Als Originalia zeigen diese Bilder im allgemeinen eine Fülle von Einzelheiten, die sich in den weißen Flächen gegen den dunkeln Hintergrund in vorzüglicher Schärfe abzeichnen. Wie schon hervorgehoben, braucht man zum Herstellen derartig scharf gezeichneter Abdrücke aber gar nicht unumgänglich das ideale Parallellicht. Zwar ist — wie übrigens selbstverständlich — eine gar zu diffuse Lichtquelle entschieden schädlich; es ist aber im allgemeinen hinreichend, wenn man nur gewisse Anordnungen zum Abdämpfen des Seitenlichtes trifft. Der von mir hierbei nach diesem Prinzip gebaute Apparat zum Herstellen der Schattenbilder hat als Lichtquelle eine gewöhnliche elektrische Metalldrahtlampe. Sie ist am oberen Ende eines kleinen Kastens aus blankem Eisenblech eingesetzt, wobei das Abblenden des Seitenlichtes in einfachster Weise durch auswechselbare Klappen am Unterende durchgeführt werden kann.

Es ist indessen nun eine bedauerliche Tatsache, daß diese Bilder in Dunkelfeldmanier — dessen originale Schärfe sich oft als eine besonders vorzügliche zeigt — leider bei der Reproduktion in der gewöhnlichen Autotypie sehr oft beträchtlich zurückgehen. Manche eigenartige Bilder sind deshalb — jedenfalls in der Originalgröße — kaum einmal möglich zu reproduzieren. Um gewisse dieser Schwierigkeiten zu beseitigen, hat zwar P. Lindner einmal vorgeschlagen[1]) — und auch selbst geprüft — die betreffenden Bilder vergrößert, aber sonst in der ursprünglichen Dunkelfeldmanier, reproduzieren zu lassen. Das ist jedenfalls ein Ausweg, der bisweilen auch vielen Nutzen leisten kann. Es gibt indessen auch andere, von denen weiter unten etwas näher die Rede sein wird.

---

[1]) P. Lindner, Augenblicksaufnahmen ohne Kamera und Platte. — Mikrokosmos, Band VIII, Stuttgart 1914—15.

Diese Fragen betreffs der Reproduktionstechnik der Schattenbilder haben mich persönlich auch deshalb interessiert, weil ich selbst schon im Jahre 1911 damit begann, eine ganz gleichartige Technik für mikrophotographische Zwecke zu verwerten, indem ich ganz besonders von Planktonformationen und manchen pflanzenanatomischen Objekten meine Aufnahmen direkt auf das Gaslichtpapier machte. Einige derartige Bilder wurden zum erstenmal — und zwar in Dunkelfeldmanier — in der Int. Revue der Hydrobiologie 1914 von mir publiziert[1]). Unter den betreffenden Planktonformationen befand sich auch ein ziemlich zartes Objekt, nämlich eine herbstliche *Asterionellen*-Vegetation darstellend. Die Reproduktion desselben auf dem gewöhnlichen Textpapier der Revue war indessen ganz und gar mißlungen. Dies veranlaßte mich alsdann zu einigen weiteren reproduktionstechnischen Versuchen und Überlegungen[2]). Es ergab sich dabei zuerst die — übrigens so ziemlich selbstverständliche — Tatsache, daß es eine Reihe derartiger Bilder gibt — und darunter eben die vielbesprochene *Asterionella* —, die zwar eine Reproduktion auf einem gewöhnlichen Textpapier gar nicht vertragen, die aber bei der Anwendung von Papieren hochglänzender Fläche sehr wohl in Dunkelfeldmanier als Autotypien reproduziert werden können[3]). Es gibt indessen aber auch Bilder, die noch feinere Details aufzeigen und die deshalb in dieser Weise überhaupt nicht reproduziert werden können.

Schwierigkeiten wie die besprochenen sind gewiß der Hauptsache nach eben von der Manier des Dunkelfelds abhängig: Das Korn des Rasters verdunkelt zu viel die hellen Linien, die sich deshalb gegen den schwarzen Hintergrund nicht in hinreichender Schärfe abzeichnen können — ein Verhältnis, das so auch das

---

[1]) Vgl. meine diesbezügl. Mitteilung: „Über die phothe Darograpischstellung der Planktonformationen I.“ — S. 56—60. Einige Bilder pflanzenanatomischen Interesses habe ich in meinem Aufsatz: „Über die Mikrophotographie auf Gaslichtpapiere in negativen Bildern“, Zeitschr. f. wiss. Mikrophotographie, Band 31, 1914, reproduzieren lassen.

[2]) Vgl. meinen diesbezügl. Aufsatz: „Einige reproduktionstechnische Gesichtspunkte betreffs der photographischen Darstellung der Planktonformationen“. — Bot. Not., Lund 1915.

[3]) Vgl. hierzu auch die von P. LINDNER in diesen Berichten 1916, S. 454—455 publizierten Papierbilder, die ohne Zweifel bei der Reproduktion als Textbilder beträchtlich an Schärfe und Schönheit verloren haben.

Papierkorn noch weiterhin verschlechtert. Ganz anders verhält es sich aber in diesen Beziehungen mit der Hellfeldmanier. Es scheint deshalb auch der Gedanke ziemlich nahe liegend, derartige für die Publikation bestimmten Bilder ganz einfach als gewöhnliche Kontaktkopien zur Reproduktion einzuliefern. Das Prinzip der Schattenbildphotographie wird ja hierdurch gar nicht beeinträchtigt; denn die Aufnahme erfolgt ja in üblicher Weise, nur werden nicht die Originalbilder, sondern erst deren Kopien publiziert. Nach meinen Erfahrungen kann auch eine Kontaktkopierung von Papierbildern — besonders nach vorhergegangener Aufhellung des Papieres unter Anwendung von Xylol — sehr oft in zweckmäßigster Weise durchgeführt werden. So habe ich selbst einmal Bilder von Mikroorganismen, die auf sog. kartonstarkem Gaslichtpapier hergestellt waren, in dieser Weise mit gutem Erfolg kopieren und sodann als Positivbilder publizieren können. In dem gegebenen Fall[1]) dürfte man in der Tat überhaupt kaum ohne weiteres sehen können, daß die gesamte Technik hier ganz und gar ohne Anwendung von Platten durchgeführt worden war. Mehr ausgedehnte und vielseitige Versuche mit dieser Methode haben mich indessen gelehrt, daß sie zwar für gröbere Strukturen — sei es makro- oder mikrophotographischer Gegenstände — oft sehr wohl verwertet werden kann; für allerlei feinere Strukturen versagt sie jedoch leider ganz und gar, weil das nicht einmal durch Xylol hinreichend aufgehellte Korn des Papiers die Zeichnung der feinsten Linien sehr beeinträchtigt und derselben dadurch den Eindruck mangelnder Schärfe verleiht. Als besonders gute Beispiele hierzu möchte ich entweder die mikrophotographische Aufnahme z. B. eines Planktons aus Formen wie *Fragilarien* oder *Asterionella* usw. oder auch ein Schattenbild einer Pflanze mit feinsten Haarbildungen anführen. Die Orginalia werden in beiden Fällen tadellos ausfallen und können auch beträchtlich vergrößert werden. Wird aber das Bild nach Aufhellen mit Xylol kopiert, so erhält man ein Positiv, das in seinen Feinheiten wegen des Papierkorns den Eindruck einer unscharfen Einstellung macht. In diesen Beziehungen ist somit die derartig weitergeführte Papiermethode auffällig begrenzt; daß sie aber für gröbere Strukturen vorzügliches leistet, ist jedenfalls schon erwiesen.

Es gibt indessen in diesem Falle noch eine andere Möglichkeit, von derartigen Papierbildern Kopien wechselnder Größe in Hellfeldmanier zu erhalten, die dazu mit weit größerer photographischer Präzision durchgeführt sind. Es handelt sich aber hier nicht mehr um Kontaktkopien. Vielmehr sind die Kopien in diesem Falle mit der Kamera darzustellen; sie können deshalb auch nach Belieben verkleinert oder auch vergrößert werden. Das ursprünglich gewonnene Schattenbild dient hierbei als Original; die Exposition erfolgt nicht auf einer Platte, sondern vielmehr in sonst gewöhnlicher Weise auf einem in die Kassette eingelegten Gaslichtpapier. Das in dieser Weise erhaltene Papierpositiv wird sodann für die Reproduktion verwertet; und die Hellfeldmanier, deren reproduktionstechnische Vorteile einleitend kurz besprochen sind, ist geschaffen. Es liegt auf der Hand, daß diese Anordnung in vieler Hinsicht beträchtliche Vorteile bietet. So kann man z. B. hierbei eben infolge des Wesens der Hellfeldmanier immer mit verkleinerten Bildern arbeiten, wodurch auch eine Ersparnis an Klichee-Kosten zu erzielen ist; gerade das Gegenteil wäre aber der Fall, wenn man bei der ursprünglichen Dunkelfeldmanier festhalten wollte und die betreffenden reproduktionstechnischen Schwierigkeiten einfach durch eine Vergrößerung der Originalbilder zu beseitigen wünschte. Auch können derartige Kamerakopien im allgemeinen ganz einfach als Textabbildungen reproduziert werden, zumal — wegen des Wesens der Hellfeldmanier — in beträchtlicher Verkleinerung.

---

[1]) Vgl. meinen Aufsatz über *Euglena sanguinea* in der int. Revue der Hydrobiologie usw. Leipzig 1915, S. 214—221 nebst Tafel III—VI.

Das Herstellen derartiger Kamerakopien habe ich seit einiger Zeit mit gutem Erfolg praktiziert. Es ist indessen in diesem Zusammenhang auch hervorzuheben, daß P. LINDNER in einer soeben erschienenen Abhandlung [1]) auch von dem Herstellen von Kamerakopien seiner Parallellichtbilder in aller Kürze spricht. Es scheint mir aber sehr wahrscheinlich, daß wir hierbei von etwas verschiedenen Gesichtspunkten aus arbeiten; denn P. LINDNER spricht hierbei ganz beiläufig nur von Papierkopien dieser Art als eine Möglichkeit, Duplikate seiner Originalbilder zu erhalten, während für mich persönlich in erster Linie reproduktionstechnische Gesichtspunkte wie die oben dargelegten ausschlaggebend sind. Für mich persönlich ist es auch eine prinzipielle Sache, daß das gesamte Verfahren gerade ohne Anwendung des Parallellichtes durchgeführt werden kann, und daß beim Herstellen der Bilder überhaupt nur das Papier in Frage kommt.

---

[1]) P. LINDNER. Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatten bei mikrophotographischen Aufnahmen. — Berichte der Deutschen Botan. Ges. — Band XXXIV, Berlin 1916.

Zwar könnte man wohl sonst ungefähr denselben Effekt z. B. dadurch erreichen, wenn man seine Orginalia anstatt auf Papier auf Diapositivplatten darstellte und sodann erst die davon erhaltenen Papier-Kopien — somit in Hellfeldmanier — als Grundlage für die Herstellung der Klichees brauchte. Allein, es wäre dies nicht nur unnötig kostspielig, sondern auch direkt unzweckmäßig deshalb, weil man in dieser Weise, wie leicht ersichtlich, gar keine Abstufung der Vergrößerung durchführen kann. Wenn aber eine Kamera nicht zu Verfügung steht und man doch die Reproduktion seiner Bilder in Hellfeldmanier durchzuführen wünscht, so kann, auch das Herstellen der positiven Kopien der Schattenbilder in zweckmäßigem Format ganz einfach der Reproduktionsanstalt aufgetragen werden.

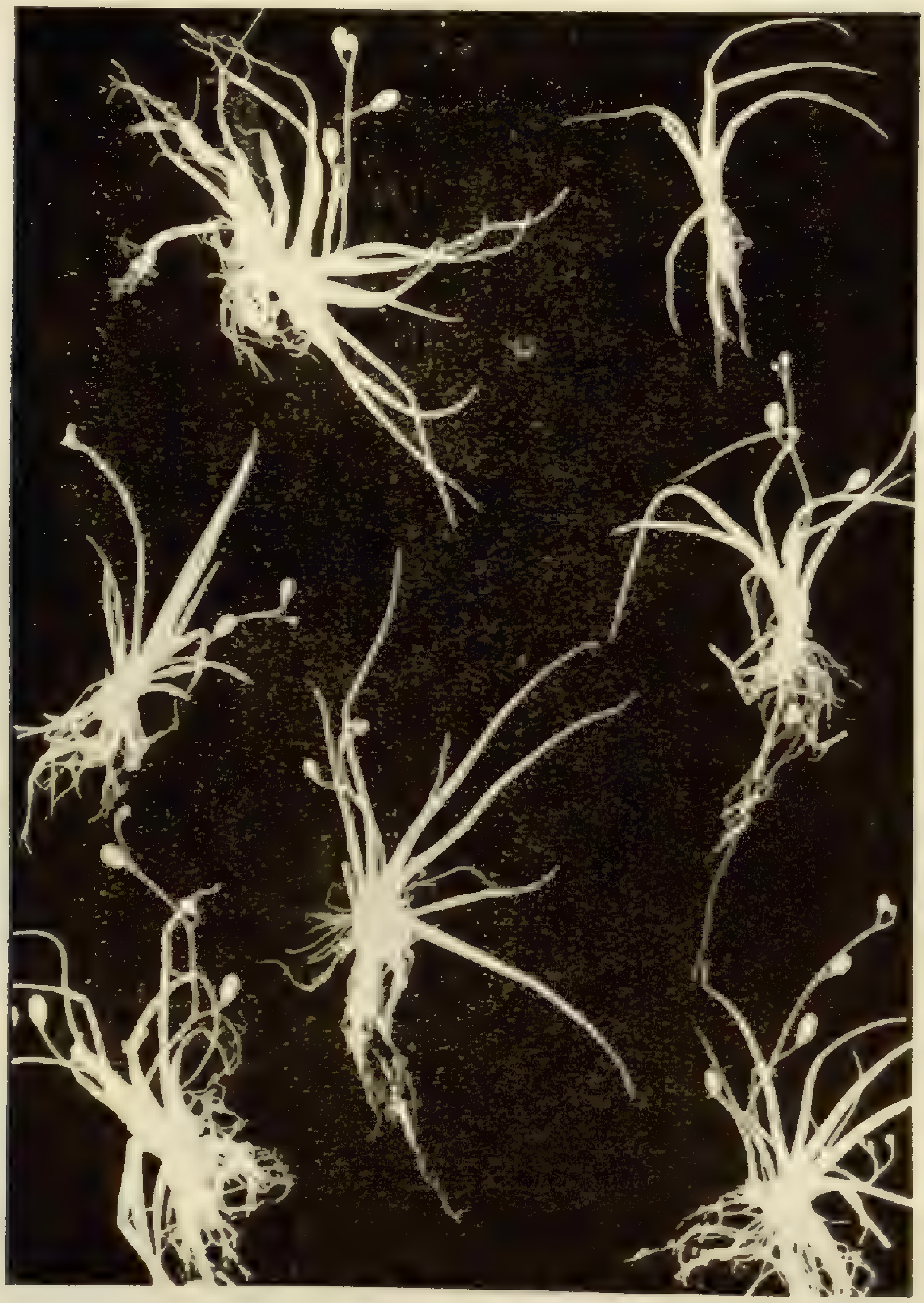


Abb. 1.

Auf den beigefügten Textabbildungen 1—3 habe ich einige nach meiner hier näher besprochenen Arbeitsart dargestellte

Schattenbilder bzw. einige Kamerakopien davon dargestellt. Während manche Objekte in dieser Art wegen ihrer Grösse leicht zu reproduzieren sind, sind andere, und zwar kleinere schwieriger. Soz. B. schon in einigen Hinsichten ein Objekt wie *Subularia aquatica;* vergl. Abb. 1. Die Aufnahmemethode war auch hier meine gewöhnliche einfache, also die ziemlich diffuse Lichtquelle. Dessen ungeachtet zeigt das Original auch die feinsten Wurzelverzweigungen in vorzüglicher Schärfe. Bei der hier gegebenen Verkleinerung ziehe ich allerdings das Bild in Hellfeldmanier, die Kamerakopie (Abb. 2) vor, ein Verhältnis, das aber beim Anwenden guter Papiere wohl minder zu Tage tritt. Mit zunehmender Feinheit der Objekte — wie auch mit der sinkenden Qualität des Papiers —

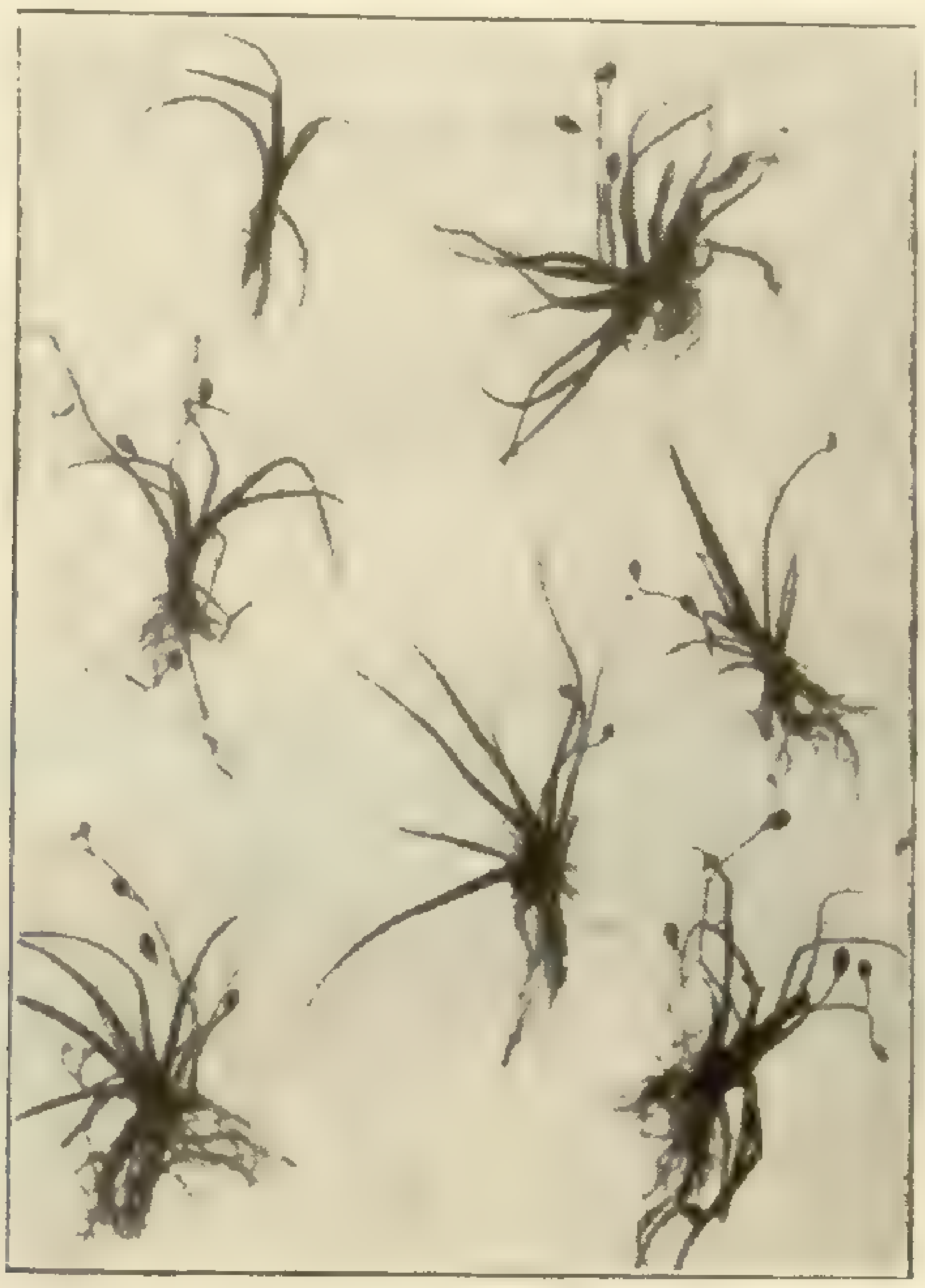


Abb. 2.

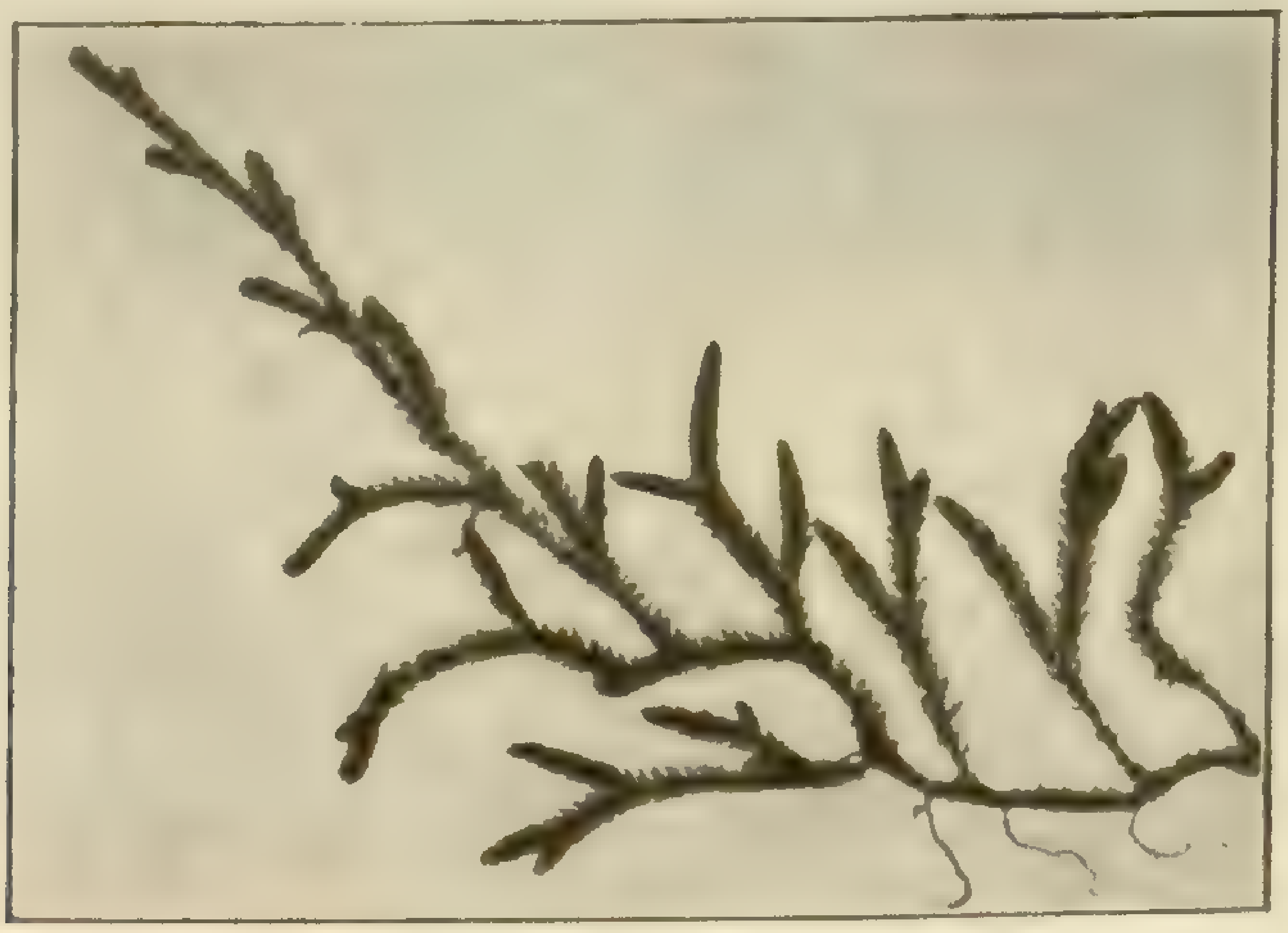


Abb. 8.

wird indessen die Darstellung der Bilder in der originalen Dunkelfeldmanier immer schwieriger, während sich das Anwenden von Kamerakopien in Hellfeldmanier noch gut bewährt. — Ein Bild wie das hier (Abb. 3) reproduzierte, von *Lycopodium clavatun*, gibt z. B. nach meiner Ansicht noch ein sehr gutes Habitusbild. In Dunkelfeldmanier des ursprünglichen Schattenbildes hätte es aber nur schlecht wegen der kleinen weißen Flächen der Blätter usw. ausfallen können, weshalb es auch hier nur in der Gestalt des Positivs der Kamerakopie reproduziert worden ist. Besonders beim Herstellen derartiger Habitusbilder verschiedener Pflanzen scheint mir die hier besprochene Verwertung der Schattenbilder wegen ihrer einfachen Arbeitsart und billigen Gebrauchs von Interesse und Bedeutung werden können.

LUND, Botanisches Institut der Universität, im Herbste 1916.

---

75. Einar Naumann: Über die Anwendung der Aufhellmethoden in der Technik der Schattenbildphotographie.

(Mit 2 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 2. Dezember 1916.)

Die auf Gaslichtpapieren in verschiedener Weise hergestellten Schattenbilder zeigen bekanntlich wegen ihrer schwarz-weißen Kontraste im allgemeinen eine ganz vorzügliche Schärfe. Die Härte der betreffenden Bilder ist auch deshalb eine oft sehr auffallende. Zwar ist dies in mehreren Fällen sogar von beträchtlichem Nutzen, indem die Bilder hierdurch an Schärfe — sowohl als Originalia wie auch besonders in der Reproduktion — oftmals noch etwas gewinnen. Es gibt indessen aber auch Aufgaben, wobei diese „kalkigen Schatten“ — um mit P. LINDNER[1] zu sprechen — sich entschieden als eine Begrenzung der ganzen Methode in unwillkommener Ausdehnung geltend machen können. Um hierzu ein naheliegendes Beispiel anzuführen, sei u. a. auf die in dieser Weise hergestellten Blätterbilder hingewiesen: sie zeigen zwar immer eine sehr vorzügliche Randschärfe, geben aber im allgemeinen über den näheren Bau des Blattes, wie Nervatur usw. gar keine Aufklärung. Dies ist eine Unvollkommenheit, die man gern beseitigen möchte. In dieser Richtung hat auch P. LINDNER vorgeschlagen, die „kalkigen“ Schatten dadurch zu nuanzieren, daß von dem aufzunehmenden Objekt vor der Aufnahme das Klorophyll unter Anwendung von siedendem Wasser entfernt wird. Den gleichen Zweck habe ich indessen selbst — und zwar mit besonderem Erfolg — unter Anwendung von flüssiger Karbolsäure erreicht. Im Gebrauch derselben glaube ich somit nicht nur eine einfachere sondern auch eine leistungsfähigere Arbeitsart gefunden zu haben. Die Technik derselben soll im folgenden in aller Kürze dargestellt werden.

---

[1] Berichte der Deutschen Botan. Ges., Band XXXII, S. 534.

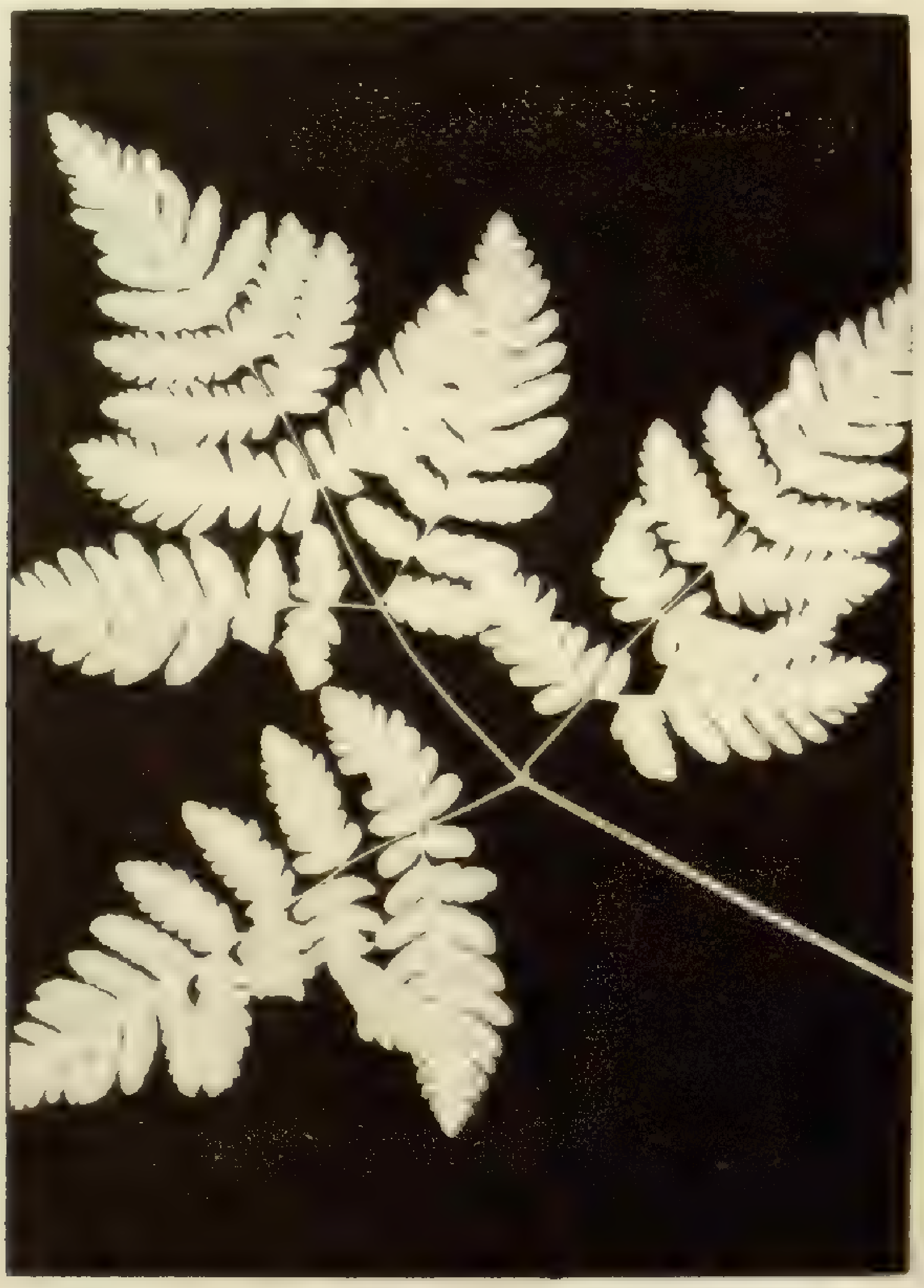


Abb. 1.

Als Aufhellungsmittel bediene ich mich einer Lösung von Karbolsäure in Wasser, 9 : 1. Ihre Leistungsfähigkeit in dieser Beziehung ist, jedenfalls auf dem mikrotechnischem Gebiet, schon von früher gut bekannt. Für unsere Zwecke gestaltet sich die Technik in folgender Weise: — Die aufzunehmenden Gegenstände werden in größeren Glasschalen mit Karbolsäure übergegossen. Sie verbleiben hierin mindestens einige Stunden. Ist die Aufhellung zu Ende geführt — was übrigens noch durch Erwärmen beträchtlich beschleunigt werden kann — wird das von zerlegtem Klorophyll usw. verfärbte Phenol abgegossen und frisches aufgefüllt. Darnach folgt die Aufnahme in gewöhnlicher Weise auf ein unter die Glasschale gelegtes Gaslichtpapier; als Lichtquelle kann z. B eine gewöhnliche elektrische Metalldrahtlampe, nicht zu stark und mit verschiedenen Anordnungen zum Verhindern des Seitenlichtes versehen, verwendet werden[1]). Es handelt sich somit hier zwar um ein Schattenbild, aber nicht um ein derartiges im Sinne der LINDNER'schen Parallelprojektion.

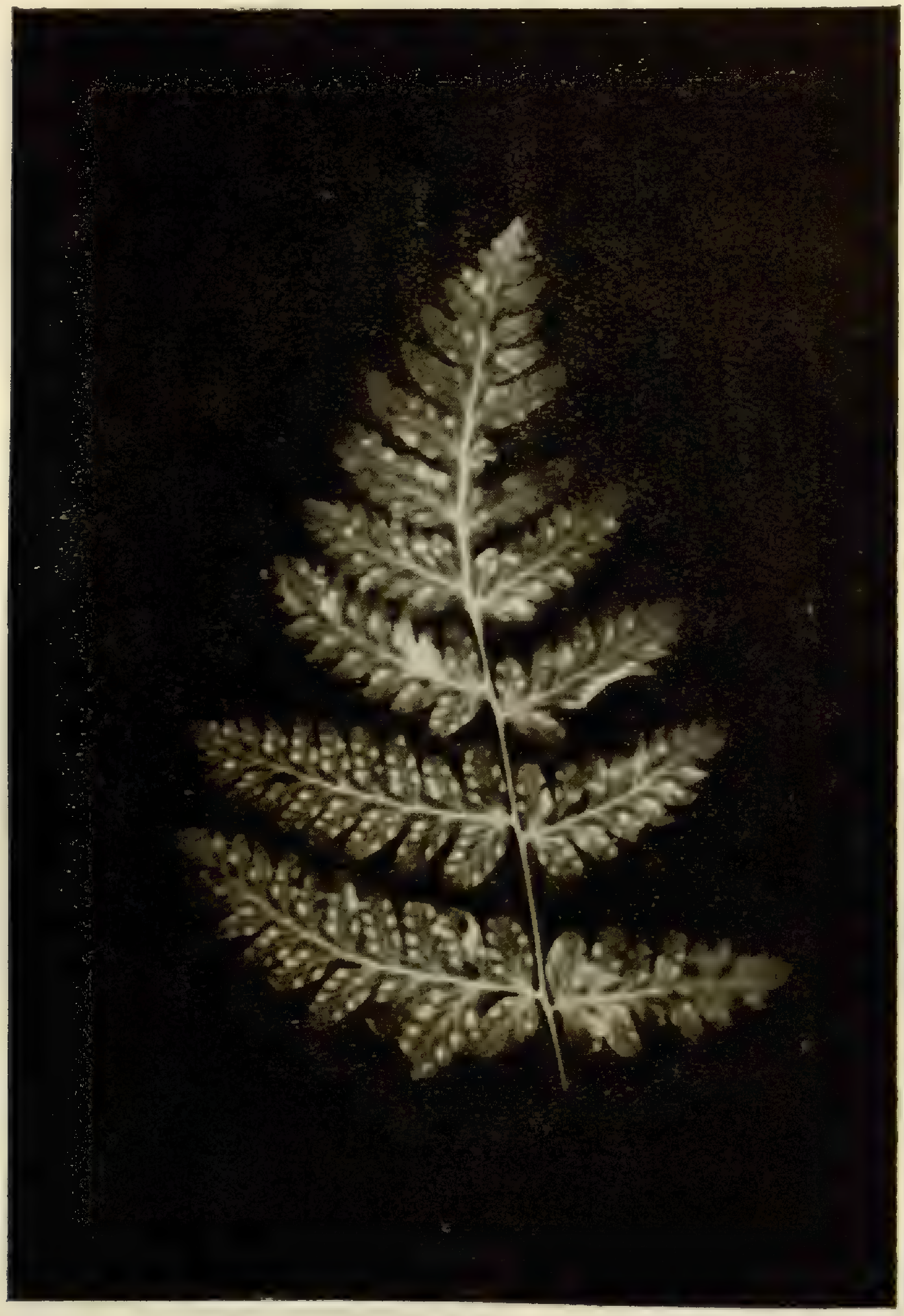


Abb. 2.

---

[1]) Vergl. hierzu auch meinen Aufsatz „Einige Gesichtspunkte zur Technik und Verwertung der Schattenbilder“ im selben Heft dieser Berichte.

Als Beleg der Leistungsfähigkeit dieser Phenolmethode weise ich auf die beigefügten Abbildungen hin. Ich habe hier zwei Blätterbilder des Farnes *Dryopteris Linneana* reproduzieren lassen; und zwar ist das eine Bild (Abb. 1) in ganz gewöhnlicher Weise ohne irgendeine Vorbehandlung, das andere (Abb. 2) aber nach dem Behandeln des Blattes mit flüssiger Karbolsäure und nach der oben beschriebenen Anordnung aufgenommen. Der Unterschied ist wie leicht ersichtlich ein ganz beträchtlicher — einerseits nur die kalkigen harten Schatten, anderseits aber eine gut durchgeführte Zeichnung der Nervatur bzw. der näheren Form und Anordnung der Sori.

Die hier beschriebene Methode leistet jedenfalls für dünnere Blätter ganz vorzügliche Dienste. Es wird somit hierdurch in einfachster Weise eine ziemlich durchgeführte Abbildung erzielt, mit einem Reichtum an feineren Details, die sonst wohl kaum einmal unter Anwendung der Kameratechnik hätten erreicht werden können. Es liegt indessen auf der Hand, daß sich das hier beschriebene Verfahren unvergleichlich einfacher und billiger gestaltet. Es dürfte wohl deshalb auch für mehrere Zwecke — z. B. besonders die Darstellung von Blätterstrukturen unter normalen und pathologischen Bedingungen — mit Vorteil Anwendung finden können und somit auch der Schattenbildphotographie neue Möglichkeiten in der reinen und angewandten Botanik eröffnen.

Lund, Botan. Institut der Universität, im Herbste 1916.

76. E. Heinricher: Über die geotropischen Reaktionen unserer Mistel. (Viscum album L.)

(Mit Taf. XXIII und 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 3. Dezember 1916)

Abgesehen von dem früh erkannten negativen Phototropismus des Hypokotyls der Mistelkeimlinge, einer zumeist ausgesprochen auftretenden und leicht zu beobachtenden Erscheinung, ist der Mistel jegliches Orientierungsvermögen in bezug auf Lichtverhältnisse und Schwerkraft abgesprochen worden.

Insbesonders in letzterer Beziehung wird sie noch in den botanischen Lehrbüchern der neuesten Zeit mit Vorliebe als Beispiel einer Pflanze angeführt, die gar nicht geotropisch sei.

Wie zwei von mir veröffentlichte Studien nachzuweisen vermochten, ist diese Auffassung vollständig unberechtigt und konnte nur darum zur herrschenden werden, weil die geotropischen Reaktionen der Mistel zeitlich beschränkt sind und zumeist dauernd nicht erhalten bleiben. Auch mag der richtigen Erkenntnis das im Wege gestanden sein, daß an natürlichen Standorten die Misteln sich in Höhen und Lagen finden, die derlei Beobachtungen sehr erschweren oder unmöglich machen. Meine vielen Untersuchungen über die Mistel, die sich nun schon auf einen Zeitraum von über 12 Jahren erstrecken, die Aufzucht von Hunderten von Mistelpflanzen und Tausenden von Keimlingen, mußten mir natürlich den Einblick in die Verhältnisse erleichtern und mich auch auf die Beziehungen, die zwischen der Mistel und der Schwerkraft bestehen, aufmerksam machen und zu einem genaueren experimentellen Verfolg derselben veranlassen. Darüber liegen nun die zwei erwähnten Veröffentlichungen vor. Hier will ich ihren wesentlichsten Inhalt in größter Kürze mitteilen, dann aber auch einige neue Beobachtungen vorführen, die dartun, daß dauernde geotropische Reaktionen an der Mistel keineswegs selten sind und daß vielfach das geotropische Reaktionsvermögen bedeutenden Schwankungen individuell unterliegt.

Den ersten Nachweis über eine geotropische Reaktion der Mistel brachte 1913 meine Abhandlung „Bei der Kultur von Misteln beobachtete Korrelationserscheinungen und die das Wachstum der Misteln begleitenden Krümmungsbewegungen“ [1]). Schon vorher hatte ich auf der Versammlung der Ges. D. Naturforscher und Ärzte in Wien über den Gegenstand kurz berichtet[2]). Ich zeigte, daß alle jungen Triebe der Mistel in jedem Frühjahr negativ geotropisch reagieren, daß die Aufkrümmung aber keine dauernde ist, weil die geotropische Empfindlichkeit bald erlischt und auf die geotropische Krümmung Nutationsbewegungen, die oft bis in den Herbst hinein dauern, folgen. Auf der Taf. III der erwähnten Abhandlung werden diese Verhältnisse durch vier photographische Aufnahmen, die von der gleichen Mistelpflanze in einander folgenden Teilen des gleichen Jahres gemacht wurden, erläutert. Eine derselben ist in Abb. 1 der Taf. auch hier wiedergegeben. Die Aufnahme erfolgte am 28. Mai und zeigt die negativ geotrope Aufrichtung aller im Frühlinge geschobenen neuen Triebe. Besonders die paarigen Seitensprosse haben durch die Krümmung ihre Vegetationspunkte alle in die lotrechte Lage gebracht, während das an der Hauptachse zugewachsene Internodium erst im Beginn der Aufrichtung steht. (Das Bild wäre übersichtlicher, wenn eine zweite hinter der vorderen stehende Mistelpflanze vor der Aufnahme entfernt worden wäre).

Daß die Aufwärtskrümmung der jungen Triebe eine Folge von negativem Geotropismus und nicht etwa eine Nutationskrümmung ist, dafür spricht das gleichartige Verhalten aller Sprosse, die ohne Ausnahme diese Aufkrümmung erfahren, während späterhin die Krümmungen nach den verschiedensten Richtungen im Raume erfolgen.

Ebenso allgemein, wie diese geotropische Reaktion der jungen Jahresaustriebe der älteren Mistelpflanze ist, zeigen eine ähnliche geotropische Reaktion auch die Hypokotyle der Mistelkeimlinge. Ähnlich ist sie vor allem insofern, als die Empfindlichkeit des Hypokotyls für den Schwerkraftreiz eine zeitlich begrenzte und bald vorübergehende ist und als auch eine Reaktion durch später einsetzende Nutationen abgelöst und verwischt werden kann. Im normalen Verlauf der Keimung wird sie zwar meistens verfolgbar sein, doch liegen da die Verhältnisse einigermaßen verborgen. Die Erscheinung wird überdies durch die bescheidene Länge, welche das Hypokotyl unserer Mistel erreicht, zu einer wenig auffälligen.

---

[1]) Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-natur. Kl.; Bd. CXXII. Abt. I., 1913; 22 S, 3 Taf.

[2]) Verh. der Ges. D. Naturforscher u. Ärzte, 85. Vers. II. T., 1. Hälfte, S. 641 „Über korrelative, durch die Mistel verursachte Erscheinungen und an ihr beobachtete Wachstumsbewegungen.

Den negativen Geotropismus des Hypokotyls erkannt zu haben, ist das Verdienst VON WIESNER'S[1]). Geleitet wurde er allerdings durch die Beobachtungen an den Keimlingen tropischer Misteln *(Viscum articulatum, V. orientale)*, wo infolge längerer Hypokotyle die Tatsache viel auffälliger hervortritt. Von unserer Mistel sagt er denn auch: „Mit jener Schärfe, mit welcher der negative Geotropismus des Würzelchens der tropischen *Viscum*-Arten hervortritt, stellt sich diese Wachstumsbewegung bei den Samen von *V. album* nicht ein". WIESNER'S Versuche, einen schlagenden Beweis für den negativen Geotropismus des Hypokotyls von *Viscum album* unter Verwendung des Klinostaten zu erbringen, hatten, wie aus seiner Beschreibung hervorgeht, einen recht mäßigen Erfolg. Der Beweis schien mir durch sie nicht genügend erbracht, weshalb ich mich in meiner früher erwähnten Arbeit in diesem Sinne aussprach und es auch noch dahin gestellt sein ließ, ob ein in Abb. 4, Taf. II von mir zur Darstellung gebrachter Keim mit stark aufgerichtetem Hypokotyl diese Stellung wirklich durch Einfluß von negativem Geotropismus erreicht habe. Weitere derartige Beobachtungen gaben den Anlaß zu der Untersuchung, deren Ergebnisse in der demnächst zur Veröffentlichung gelangenden Abhandlung: „Die Krümmungsbewegungen des Hypokotyls von *Viscum album*, ihre zeitliche Folge, insbesonders der Nachweis seiner negativ geotropischen Reaktion. Beziehungen zwischen Lichtgenuß und Keimung, sowie Erhaltung des Keimvermögens der Mistelsamen",[2]) mitgeteilt werden. Durch sie wird die geotropische Empfindlichkeit und Reaktionsfähigkeit des Mistel-Hypokotyls wohl in einwandfreier Weise als erbracht gelten können.

Doch muß hervorgehoben werden, daß auch meine Bestrebungen, unter Anwendung von Klinostaten den Beweis zu führen, fast völlig versagten. Wie in der Abhandlung eingehender auseinandergesetzt wird, deshalb, weil es bei den gewählten Versuchsbedingungen nicht gelang, den Mistelsamen die zur Keimung nötige, relativ hohe Lichtintensität zuzuführen. Den Beweis er-

---

1) Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg. (IV.) Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*. (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Mathem.-naturw. Klasse; Bd CIII., Abt. I., 1894, S. 30 u. folgend.

2) Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. LVII.

brachten aber in überzeugender Weise ganz einfache Versuche, am klarsten Kulturen von Mistelsamen auf horizontal liegenden, glatten Glasplatten, bei Tagesbeleuchtung (Ober- und Vorderlicht). Bedingung ist, daß der Kulturraum eine genügende, aber nicht zu hohe Luftfeuchtigkeit hat, die es gestattet, daß sich die mit vollem Schleimbelag auf der Platte ausgelegten Samen auf dieser hinreichend befestigen, aber doch zu wachsen vermögen. Das austretende Hypokotyl führt in der Regel zunächst die bekannte negativ phototrope Reaktion aus. Die Glätte der Platte verhindert aber meistens eine Befestigung des Hypokotyls mit der Haftscheibe und da die phototrope Empfindlichkeit bald ausklingt, an ihre Stelle nun aber eine solche für den Schwerereiz tritt, stellen sich die Hypokotyle mehr oder minder vollkommen in die Lotrichtung ein, ihr basales Ende mit den Haftscheiben dem Oberlichte zuwendend[1]). Es sei hier auf Abbildung 2 verwiesen, die Wiedergabe der Abb. 1, Taf. I meiner genannten Abhandlung, die eine solche Platten-Kultur schief von oben aufgenommen zeigt. Besonders instruktiv sind Parallel-Kulturen auf einer glatten und auf einer rauhen Glasplatte, sonst unter gleichen Bedingungen durchgeführt. Auf ersterer stellt sich das eben erörterte Ergebnis ein, auf der zweiten aber haben sich die Hypokotyle, durch den negativen Phototropismus geleitet, an der rauhen Platte zu befestigen vermocht. (Man vgl. die Abb. 1 u. 2, Taf. II der angezogenen Abhandlung.) So wird hier die negativ geotropische Reaktion verdeckt und unauffällig. Tatsächlich kommt sie ja auch noch zur Äußerung, wie der Eingeweihte leicht verfolgen wird. Überhaupt ließ sich der Einfluß des Geotropismus auf das Hypokotyl bei verschiedenster Lage der Platten erkennen und trat oft seine Richtung als eine Resultierende zwischen den negativen Phototropismus und dem negativen Geotropismus überzeugend hervor.

Wie ich inzwischen nachwies[2]), entbehren die Samen der Mistel einer in inneren Bedingungen gelegenen Samenruhe. Nach erreichter Reife vermag ich sie nunmehr jederzeit in kürzester Frist zur Keimung zu bringen, ja den Keimbeginn innerhalb 24 Stunden zu erzielen[1]). Bei der Weiterverfolgung dieser Studien habe ich nun eine überaus große Zahl von Keimlingen beobachtet und dabei auch gesehen, daß individuelle Abweichungen der Embryonen in ihrer Empfindlichkeit gegenüber dem Reiz, den Licht und Schwere auf das Hypokotyl ausüben, nicht zu selten vorkommen. Die Kulturen, welche stets je 20 Samen in einer Petrischale umfaßten, zeigten wohl gewissermaßen als Regel den Eintritt der negativ phototropen Reaktion des Hypokotyls auf die angewendete, starke Lichtquelle, aber nicht zu selten fand sich unter den 20 Samen einer (ausnahmsweise auch 2), dessen Embryo die negativ phototrope Reaktion vermissen ließ und sich gleich nach oben hin, dem Lichte zu, zu krümmen begann. Wie es also scheint, individuell eine mindere Empfindlichkeit für den Lichtreiz, eine erhöhte für die Schwerkraft. Auch die folgend zu besprechenden Erscheinungen lassen erkennen, daß die Empfindlichkeit für den Schwerkraftreiz je nach den einzelnen Mistelpflanzen größere Schwankungen aufweist.

---

[1]) Die Stellung ist also eine inverse, so wie sie bei einem mit der Spitze befestigten wagrecht ausgelegten Zweige vom basalen Teile gewonnen wird Die Plumula des Mistelkeimlings ist eben im Samen, der mit dem Schleim fest an der Platte haftet, fixiert.

[2]) „Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel (*Viscum album L*).“ (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien), Mathem.-naturw. Klasse, Abt. I., 125. Bd., 1916, 26 S., 1 Taf.

Schon in meiner ersten Abhandlung über die Mitsel[2]), 1907, habe ich die Abbildung eines Mistelbusches gebracht und als Beleg dafür bezeichnet, daß auch bei der Mistel tropistische Richtungskrümmungen im Sproßsystem vorkommen. Da mit Rücksicht auf das Nachstehende der Fall größeres Interesse bietet und nunmehr auch eine Bestimmung des richtend wirksam gewesenen Reizes möglich ist, sei die Abbildung in Textfig. 1 nochmals wiedergegeben.

Die abgebildete Mistel sitzt dem Aste eines Birnbaumes auf; ich erhielt sie im Frühjahr 1906 aus O.-Österreich zugeschickt.

---

[1]) Bei Ausnützung der nunmehr von mir festgestellten Tatsachen werden vermutlich auch Klinostatenversuche den negativen Geotropismus nachweisen lassen, wenn sie bei konstanter hoher Lichtintensität durchgeführt werden. Ein rascher Verlauf derselben, der durch die Möglichkeit, die Keimung raschestens zu veranlassen, erwartet werden könnte, dürfte aber dadurch behindert sein, daß die beschleunigte Keimung nur bei voller Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit erfolgt. Bei dieser bleibt aber der Mistelschleim flüssig und würden deshalb die Samen nicht jene Befestigung am Substrat erreichen, die zum klaren Hervortreten der negativ geotropen Reaktion nötig ist. Die Versuche müßten darum in gemäßigt feuchtem Raume laufen und die Keimung nur durch die Zufuhr hoher Lichtintensität beschleunigt werden.

[2]) „Beiträge zur Kenntnis der Mistel" (Naturwiss. Zeitschr. für Land- und Forstwirtschaft, 5. Jahrg., S. 380)

Über die Lage, welche der Ast am Baume gehabt — und über die Reizursache, welche die starken tropischen Krümmungen an den Hauptstämmen der Mistel veranlaßt hatte, konnten nur unsichere Schlüsse gezogen werden. In letzterer Hinsicht fehlten eben die Erfahrungen, über die ich heute verfüge, und hielt ich derartige Krümmungen noch für eine seltene Erscheiung. Ich zitierte dort BONNET: „Diese sonderbare Schmarotzerpflanze bleibt ohne Unterschied in jeder Lage, in welcher sie der Zufall entstehen ließ“ und fügte bei „und in der Tat lehren die Beobachtungen, daß in der Regel eine merkbare Beeinflussung der Sprosse durch den negativen Geotropismus und das Licht nicht zum Ausdruck kommt.“

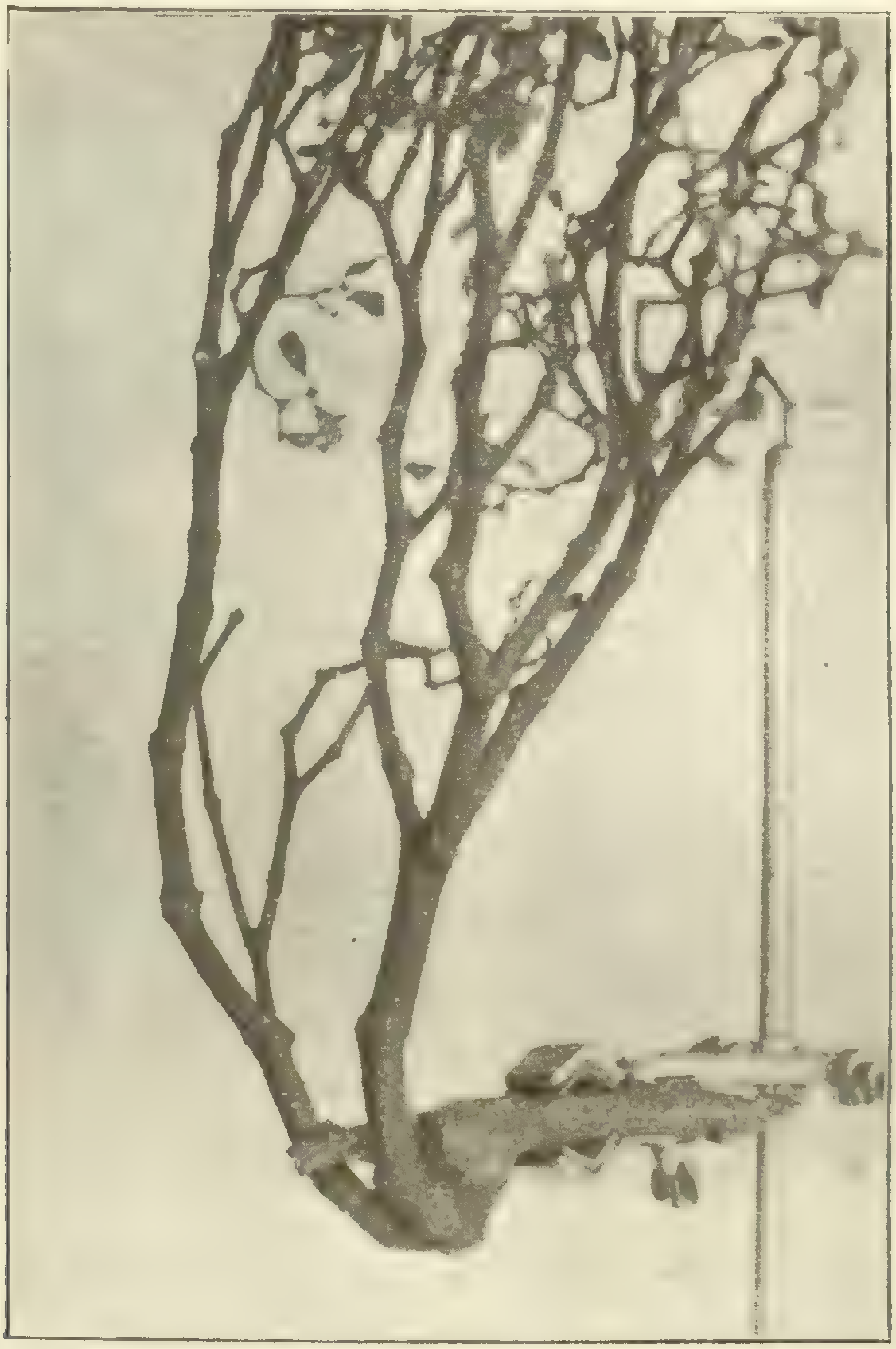


Abb. 1.

Jetzt, da ich eine große Zahl von Mistelpflanzen in meinen Kulturen bequem beobachten kann[1]), zeigt sich, daß dem nicht so ist und daß auch dauernde geotropische Richtungskrümmungen an Sprossen der Mistel sehr verbreitet sind. Ich will dies an der Hand einer Auswahl photographischer Aufnahmen erläutern, die ich leicht noch viel zahlreicher gestalten könnte.

Günstig für die Feststellung der Tatsache war, daß in meinen Versuchen gerade die mehr oder minder lotrechten Hauptachsen der Wirtpflanzen sehr häufig mit den Mistelsamen belegt wurden, was in der freien Natur, wo die Drosseln die Aussaat vornehmen, seltener zutrifft. Gerade an lotrechten Stämmen wird aber die negativ geotrope Aufrichtung der Hauptachse einer Mistelpflanze am auffälligsten. So tritt sie uns an der über 5jährigen, auf einem Lindenstamm erwachsenen in Fig. 3 deutlich entgegen[2]). Noch

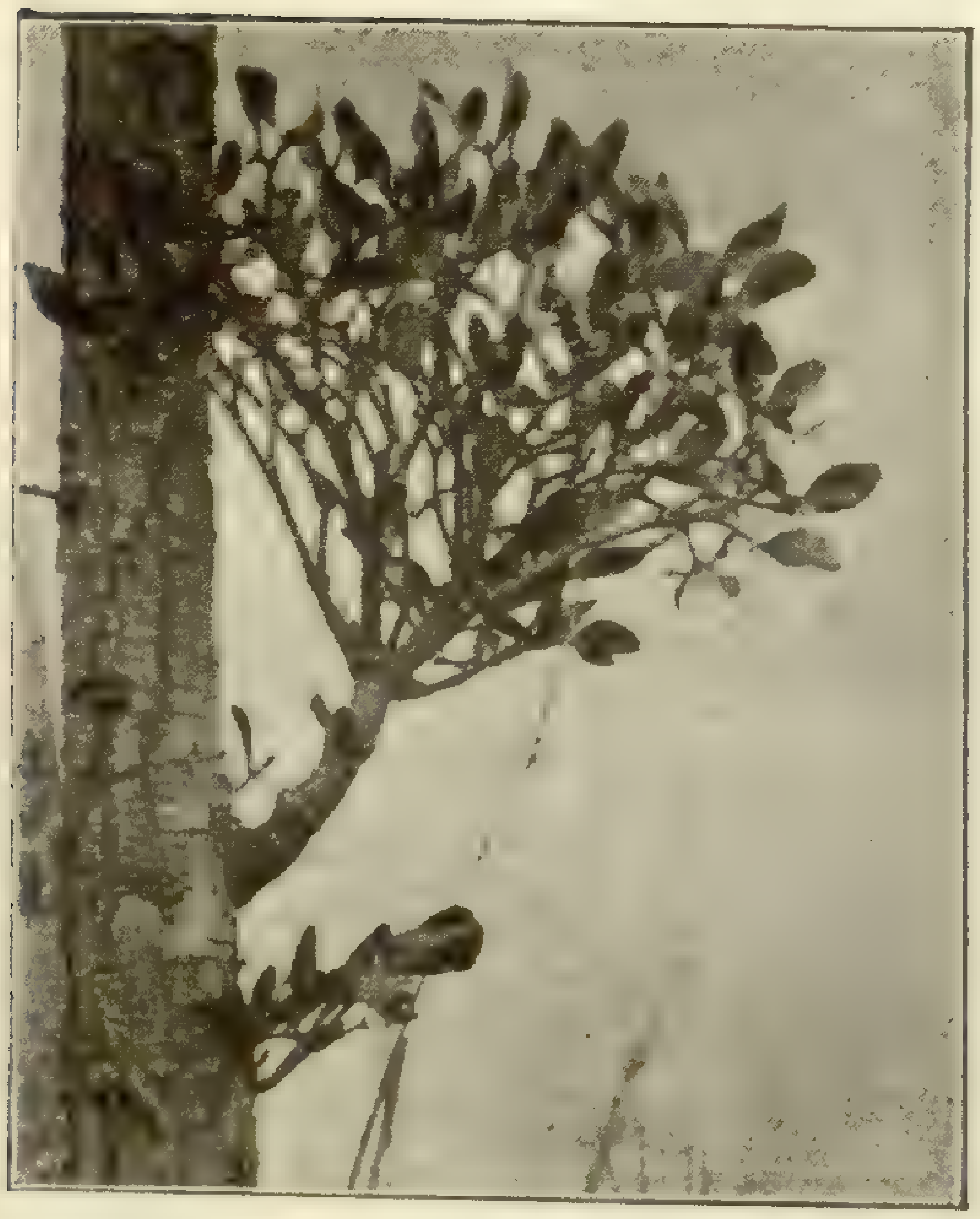


Abb. 2.

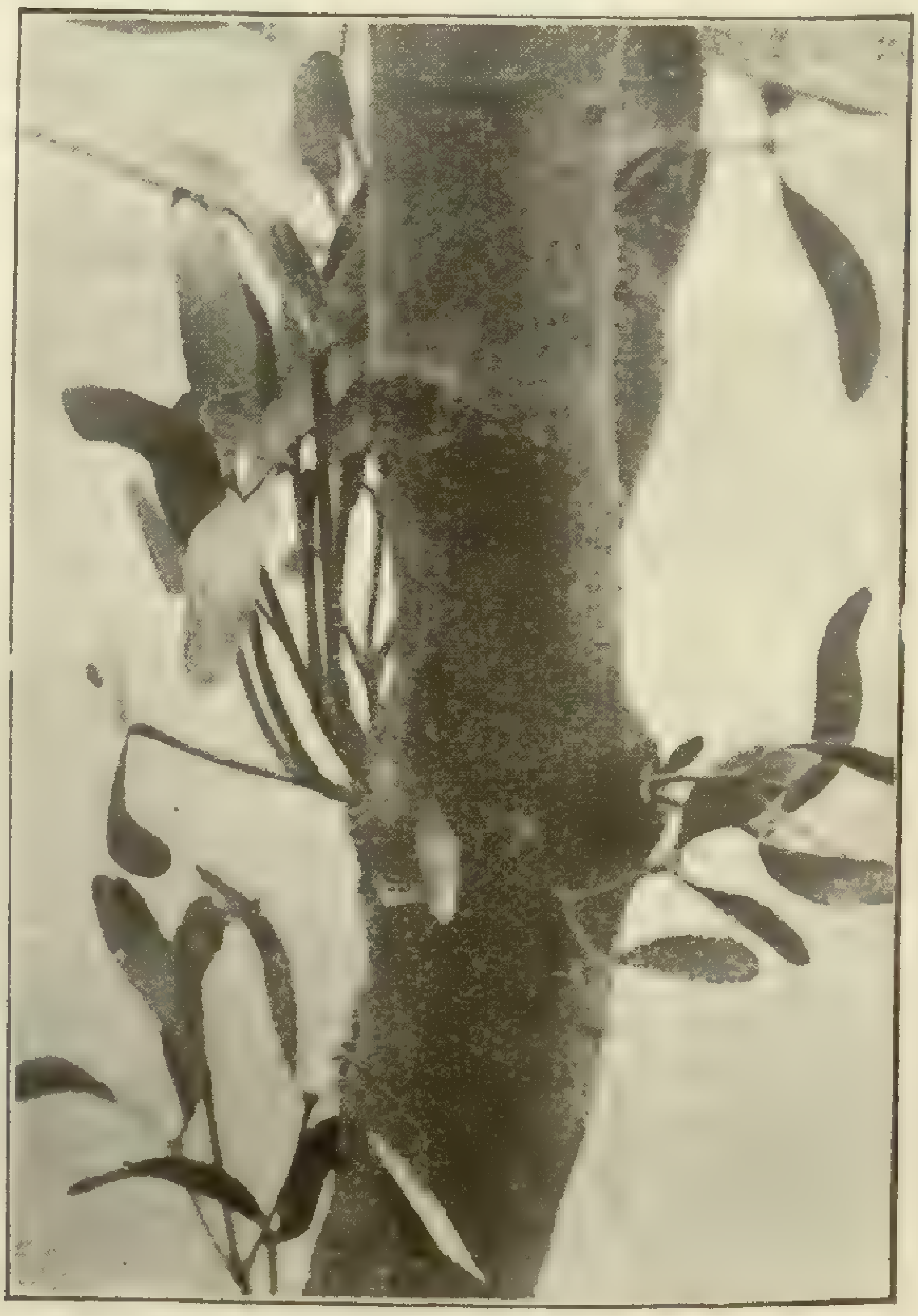


Abb. 3.

---

[1]) Die von meinen Versuchen zur Frage über die ernährungsphysiologischen Rassen der Mistel herrühren.

[2]) Aussaat Herbst 1910, Keimung Frühling 1911, aufgenommen November 1916. Es sei hier nur bemerkt, daß auf das Alter der Pflanze aus ihrer Größe nur sehr beschränkt geschlossen werden kann. Die Gunst der Verhältnisse spricht in der Entwicklungsschnelligkeit gewaltig mit. Wie weit

präziser ist die geotrope Reaktion an der Hauptachse einer alten Mistelpflanze, die in unserem System auf *Crataegus oxyacantha* steht. Der am Grunde einen Durchmesser von etwa 1.5 cm besitzende Stamm der Mistel hat hier durch seine Krümmung den oberen Teil der Hauptachse vollends parallel dem Stamme des Weißdorns gebracht. (Vgl. Textabb. 2.)

Daß solche negativ geotrope Richtungskrümmungen nicht gerade selten sind, soll Fig. 4 zeigen. Wir sehen dem Stamme einer *Betula papyracea* einige Mistelpflanzen aufsitzen. Die ausgelegten Samen keimten im Frühjahr 1912, die photographische Aufnahme der Pflanzen erfolgte im November 1916. Beide in Seitenansicht sichtbaren Misteln lassen deutlich eine geotropische Aufkrümmung erkennen. Das gleiche ist der Fall bei den mehr kümmerlichen Pflanzen, welche in den Fig. 5 und 6 wiedergegeben sind. Die in Fig. 5 fußt am Stamme von *Betula verrucosa*[1]), jene in Fig. 6 auf *Tilia*[2]). Es erscheint mir einigermaßen wahrscheinlich, daß sich solche Krümmungen im Laufe der Jahre noch verstärken[3]). Darüber müssen erst nachträgliche Beobachtungen entscheiden, die an den Pflanzen, welche die Fig. 4—6 vorführen, leicht festzustellen sein werden. Daß diese geotropischen Reaktionen der Mistel sich nur sehr träge vollziehen, kann ja wohl sicher angenommen werden.

---

selbst auf dem gleichen Träger als Wirt dieser Einfluß geht, wird unmittelbar klar, wenn wir auf Fig. 6 verweisen und erwähnen, daß die kleine in ihr wiedergegebene Pflanze gerade so alt ist wie jene in Fig. 8, die schon ein Mistelbusch geworden. Beide stehen aber auf dem gleichen Lindenstamm. Unter sehr ungünstigen Verhältnissen kann eine Mistel durch Jahre nicht über die Entwicklung des ersten Laubblattpaares hinausgelangen, und die Entfaltung auch dieses kann sehr verzögert eintreten. So haben z. B. im Herbste 1911 auf die Stämme junger *Populus italica* ausgelegte Samen einer Schwarzpappelmistel (Keimung im Frühling 1912) erst 1916 2 Pflänzchen ergeben, die ihr erstes, unscheinbares Laubblattpaar entfalteten. Die meisten Keimlinge sind abgestorben, ohne diese Entwicklungsstufe zu erreichen.

[1]) Aussaat 10. 1. 1911, Keimung Frühjahr 1912, photographiert 11. 11. 1916.

[2]) Vgl. Fußnote 2 S. 824.

[3]) Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auch an Sprossen mit eigentlich abgeschlossenem Längenwachstum der geotropische Reiz auf das Kambium einwirkt und es zu einem Längenwachstum veranlaßt, das zur Krümmung führt, sowie derartige Aufrichtungen an verholzten Zweigen und Stämmen zustande kommen. Die geotropische Aufrichtung kann, wie Fig. 3 der Tafel zeigt, wesentlich durch die Krümmung eines Internodiums, doch, wie es scheint, auch durch die Beteiligung mehrerer Internodien bewirkt werden. Diesbezüglich verweise ich auf Textfig. 2. Die Steilstellung infolge der geotropischen Reaktion kommt dann durch Summierung zustande, wie bei verlagerten Grashalmen.

An den Sprossen 2ter und weiterer Ordnung wird eine dauernde geotropische Reaktion nicht wahrgenommen[1]). Die vorübergehende, die jeder junge Austrieb im Frühling zeigt, wurde früher besprochen. Die Adventivsprosse, die sich nach dem Zugrundegehen des primären Sprosses aus der Haftscheibe entwickeln, scheinen sich aber wie Hauptachsen verhalten zu können. In der Textabb. 3 sehen wir 4 solche Sprosse, links am Stamme einer *Alnus incana* entstanden, die alle das Streben nach geotropischer Aufrichtung und den Vollzug solcher verraten. Ebenso dürften sich auch Adventivsprosse aus den Rindenwurzeln verhalten, doch fehlt es mir darüber vorläufig an Beobachtungen.

Daß nun das Verhalten der Misteln individuell schwankt, daß bei vielen die Empfindlichkeit oder doch das Vermögen zur Vollführung dauernder geotropischer Richtungsbewegungen gering ist oder ganz fehlt, ist noch leichter festzustellen. Auch dafür geben unsere Abbildungen Belege. So sehen wir in Fig. 7 eine schwächere Pflanze, an Größe ungefähr der in Fig. 6 gleichkommend, deren Hauptsproß nahezu senkrecht auf dem Wirtsstamm aufsitzt, also horizontal, in bester Reizlage für den Geotropismus sich befindet, aber doch nicht die Spur einer Krümmung aufweist. Diese Mistel steht auf einem Ahorn (*Acer platanoides*); der Anbau der Samen (Linden-Mistel) erfolgte im Herbste 1907, die Keimung im Frühling 1908. Die Misteln faßten auf diesem Wirte sehr schwer Fuß; 1911 war es noch fraglich, ob sich einer der Keimlinge zur Pflanze würde entwickeln können[2]), erst 1912 war das im bejahenden Sinne entschieden. Da hatten 8 Pflänzchen schon Blätter, ein neuntes noch keine. Als Ergebnis von den ausgelegten 30 Samen waren also zunächst 9 Pflanzen zu verzeichnen; von diesen blieben 6 dauernd erhalten. Man könnte nun meinen, die schlechte Wüchsigkeit der Pflanzen, ihr kümmerliches Gedeihen könnte Ursache der mangelnden Reaktion sein.

---

1) Daß sie, wenn die Hauptachse kümmerlich entwickelt wurde und nur durch ein paar Internodien fortwuchs, korrelativ an den Sprossen erster Ordnung auftreten kann, ist sehr wahrscheinlich. Der Fall liegt vermutlich bei der in Textabbildung 1 abgebildeten Mistelpflanze vor.

2) Über das Verhalten der Keimlinge auf diesem Ahorn und die Schwierigkeit, mit der sich der Übergang der Linden-Mistel auf *Acer platanoides* zu vollziehen scheint, habe ich schon in meiner Abhandlung „Experimentelle Beiträge zur Frage nach den Rassen und der Rassenbildung der Mistel" (Centralbl. für Bakteriologie und Parasitenkunde, II. Abt., 31. Bd., 1911) berichtet. Vgl. dort auch die Abbildung Fig. 3. Dieser Versuch hatte schließlich doch einen positiven Erfolg. Ein 1912 angesetzter, wo Apfel-Mistel-Samen auf 2 Bäume von *Acer Pseudoplatanus* ausgelegt werden, verlief aber negativ.

Ein Einfluß dieses Faktors erscheint nun ja möglich, doch ist er gewiß nicht allein bestimmend. Die aufgegangenen Pflanzen auf dem Ahorn verhielten sich späterhin recht verschieden, die einen wuchsen kräftig und sind jetzt zu relativ starken Pflanzen gediehen, deren eine schon fruchtet, während andere, wie die in Fig. 7 rechts stehende, sehr zurückgeblieben sind. Ihr gegenüber, links in Fig. 7, ist das Sproßwerk einer kräftigeren Mistel in seinen basalen Teilen sichtbar. Es sind wohl aus einer Haftscheibe hervorgegangene Adventivsprosse und an diesen ist eine geringe Aufkrümmung bemerkbar. Das könnte in dem Sinne gedeutet werden, daß die größere Wüchsigkeit der Pflanze die Reaktion bedingt habe.

Daß dem aber nicht so sein muß, daß tatsächlich individuell die Empfindlichkeit für den Schwerkraftreiz von Pflanze zu Pflanze wechselt, darüber kann uns das Verhalten der in Fig. 1, Taf. XXIII dargestellten Misteln belehren. Wir haben auf dieses Bild früher hingewiesen, da an ihm die negativ geotropische, jedoch vorübergehende Reaktion der Frühjahrsaustriebe ersichtlich wird. Diese lassen wir nun beiseite, unser Augenmerk sei nur auf die Hauptachsen beider Mistelpflanzen gerichtet. Da sehen wir nun bei der oberen Pflanze keine Spur einer Aufkrümmung, im Gegenteil eine merkbare Abwärtskrümmung, bei der unteren aber keine bedeutende, doch immerhin erkennbare Aufkrümmung. An Wüchsigkeit ließen aber die Pflanzen nichts zu wünschen übrig, doch eher war sie an der oberen noch bedeutender[1]). Die Misteln waren auch aus Linden-Mistelsamen aufgewachsen und offenbar war ihnen die als Wirt gebotene Linde außerordentlich zusagend[2]).

---

1) Die üppige Entwicklung, welche diese Pflanze während des Jahres 1912 genommen hat, zeigen die Aufnahmen auf Taf. III und Fig. 4, Taf. I in meiner erwähnten Abhandlung „Bei der Kultur von Misteln beobachtete Korrelationserscheinungen usw.“. Ihre Hauptachse wurde durch 6 Internodien fortgesetzt.

2) Das Ausbleiben einer geotropischen Reaktion muß allerdings nicht in jedem Falle Folge einer individuell mangelnden Empfindlichkeit für den geotropischen Reiz sein. Eine solche individuelle Verschiedenheit liegt z. B. sicher vor bei dem früher erwähnten Ausbleiben der negativ phototropen Reaktion an einzelnen Hypokotylen und dafür gleich einsetzender negativ geotroper Aufkrümmung (vgl. S. 822). Denn diese Erscheinung tritt bei einzelnen Keimlingen unter vielen auf, die alle gleiche Außenbedingungen haben: die gleiche Temperatur, gleiche Feuchtigkeit und Lichtintensität. Die Hauptsprosse der im Freilande in den verschiedenen Jahren (oder im selben Jahre an verschiedenen Standorten) sich entwickelnden Mistelpflanzen werden sich aber während der Periode geotropischer Empfindlichkeit unter wesentlich ver-

Wie an den Hauptachsen der Wirtbäume aufgegangene Misteln vielfach die geotropische Krümmung erkennen lassen, so auch die auf Seitenzweigen stehenden. Viele solche Fälle, an Zweigen mit verschiedenster Abweichung von der Senkrechten, lassen sich in meinen Kulturen nachweisen, ich habe aber von ihrer Wiedergabe in Bildern Abstand genommen. So überzeugend wirken sie ja nicht, wie die an aufrechten Achsen zur geotropischen Aufkrümmung gelangten Misteln.

In letzterer Hinsicht wären wieder an wagrecht ausladenden Zweigen unterseits zur Entwicklung gelangte Mistelpflanzen lehrreich. Solche fehlen in meinen Kulturen erklärlicher Weise, da die Versuche ja zu andern Zwecken unternommen wurden und sich erst nachträglich ihre Ausnützbarkeit in der hier behandelten Frage ergab. Doch ist darauf hinzuweisen, daß die in der Textabb. 1 gegebene Mistel offenbar die Verwirklichung eines derartigen Falles enthält. Meine a. a. O.[1]) ausgesprochene Vermutung, daß die dargestellte Pflanze an der Unterseite eines wagrechten oder doch nahezu so gewachsenen Birnzweiges zur Entwicklung kam, kann nun als sicher richtig bezeichnet werden und ebenso sicher ist nun, daß die Aufkrümmung eine negativ geotropische Reaktion war. Hierin habe ich mich seinerzeit getäuscht, als ich annahm, daß berechtigter an eine positiv heliotropische als an eine negativ geotropische Reaktion zu denken sei.

Jedenfalls wird das hier Mitgeteilte dartun, daß man die Mistel aus der Reihe der für den Geotropismus unempfindlichen und nicht reaktionsfähigen Pflanzen auszuschalten hat und ihr unberechtigt solchen Mangel zuschrieb.

Innsbruck, Botanisches Institut, im November 1916.

---

schiedenen Außenverhältnissen befinden (im Frühjahr häufig eintretendes Fallen der Temperatur!) die vielleicht wesentlichen Einfluß zu üben vermögen. So könnte vielleicht die geotropische „Stimmung“ geändert oder auch die Reaktion gehemmt werden. Eine Hemmung könnte auch so lange andauern, daß inzwischen die geotropische Reizempfänglichkeit verloren gegangen wäre.

Auch Derartiges kann also Ursache sein, daß wir an vielen Misteln dauernde geotropische Reaktionen nicht finden; es ist ja bekannt, wie mannigfach die geotropische Stimmung sich als beeinflußbar erwiesen hat. Endlich wäre noch auf den von MIEHE (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 37, S. 527) erbrachten Nachweis aufmerksam zu machen, daß die Reaktionsfähigkeit der Sprosse mancher Pflanzen in Korrelation zum Vorhandensein oder Fehlen des Vegetationspunktes steht, durch Entfernung desselben erlischt

[1]) „Beiträge zur Kenntnis der Mistel.“ Vgl. Fußnote 2, S. 7.

Erklärung der Tafel XXIII.

Fig. 1. Mistelpflanzen am Hauptstamm eines Lindenbäumchens, nach vollzogenem Frühjahrsaustrieb, am 28 Mai aufgenommen. Die jungen Triebe zeigen alle Aufwärtskrümmung infolge negativ geotropischer Reaktion, die später allerdings wieder verschwindet. Das Augenmerk ist besonders auf die obere Pflanze zu lenken. Über einen Vergleich beider Mistelpflanzen in anderer Hinsicht siehe S. 827.

Fig. 2. Mistelsamen, die auf gewöhnlicher, glatter wagrecht liegender Glasplatte bei Ober- und Vorderlicht gekeimt hatten. Die Hypokotyle der Keimlinge infolge von negativem Geotropismus aufgerichtet, da sie sich in der vorangehenden Periode, wo sie negativ phototropisch sind, an der glatten Platte mit der Haftscheibe nicht zu befestigen vermochten. Aufnahme schief von oben.

Fig. 3—6. Mistelpflanzen verschiedener Stärke, die auf dem Hauptstamme ihrer Wirtbäume erwuchsen und eine dauernde negativ geotropische Aufrichtung ihrer Hauptachsen zeigen. In Fig. 3 u. Fig. 6 auf *Tilia* in Fig. 4 auf *Betula papyracea*, in Fig. 5 auf *Betula verrucosa*.

Fig. 7. Misteln auf dem Hauptstamm eines *Acer platanoides*. Die Pflanze rechts trotz optimaler Reizlage keine Spur geotropischer Reaktion weisend. Links die Basalteile von Sprossen einer stärkeren Pflanze, wahrscheinlich aus einer Haftscheibe hervorgegangene Adventiv-Sprosse. An einigen dieser Sprosse ist eine geringe Aufkrümmung erkennbar.

---

77. R. von Wettstein: Das Abschleudern der männlichen Blüten bei Mercurialis.

(Mit Tafel XXIV und 2 Abb. im Text).

(Eingegangen am 4. Dezember 1916.)

DELPINO unterscheidet [1]) je nach den Einrichtungen, welche das Freiwerden der Pollenkörner ermöglichen oder befördern, 5 Typen von anemophilen Blütenpflanzen. Einen dieser Typen stellt jener der „Explodiflorae“ dar, bei welchem durch mechanische Schleudereinrichtungen die Pollenkörner aus den geöffneten Antheren in die Luft geschleudert werden, wo sie dann der Wind weiterzuführen vermag. Von Pflanzen, welche diesem Typus zuzuzählen sind, sind Gattungen der Urticaceen und Moraceen am besten bekannt (*Urtica*, *Parietaria*, *Pilea*, *Fleurija*, *Broussonetia* u. a.); sie besitzen alle dieselbe Einrichtung[2]): in der Knospe eingekrümmte, elastisch

---

1) DELPINO FR. Ulter. osserv. sulla dicogamia nel regno vegetale. (Atti della Soc. Ital. sc. nat. Milano. Tom. II. Fasc. 1.)

2) Vgl. u. a. A. v. KERNER Pflanzenleben 2. Aufl. II. Band S. 122 (1898); 3. Aufl. v. A. HANSEN II. Bd. S. 363 (1913). — BAILLY in Bot. Gaz. VIII. p. 176 (1883). — KNUTH P. Handb. der Blütenbiol. II. 2. S. 383 (1899);

gespannte Filamente, welche beim Öffnen der Blüte losschnellen, sich geradestrecken, dabei die Pollenkörner ausschleudern und in einer kleinen Wolke entlassen[1]). Einen ganz anderen Mechanismus, der aber zu demselben Endeffekt führt und daher die Einfügung dieses Falles unter die „Explodiflorae" ungezwungen zuläßt, fand ich bei *Mercurialis annua*.

Wenn man eine blühende männliche Pflanze der in Mitteleuropa als Ruderalpflanze so verbreiteten *Mercurialis annua* mit den basalen Teilen in ein Gefäß mit Wasser taucht und dieses auf eine horizontale Unterlage stellt, so kann man leicht nach kurzer Zeit auf der Unterlage liegende männliche Blüten beobachten, welche sich von den Infloreszenzen losgelöst haben. Die Blüten liegen jedoch nicht gerade unter den Blütenständen, wo man sie vermuten müßte, wenn sie einfach herabgefallen wären, sondern — selbst dann, wenn jeder Luftzug ausgeschlossen ist — in ziemlicher Entfernung von jener Stelle (Abb. 1).

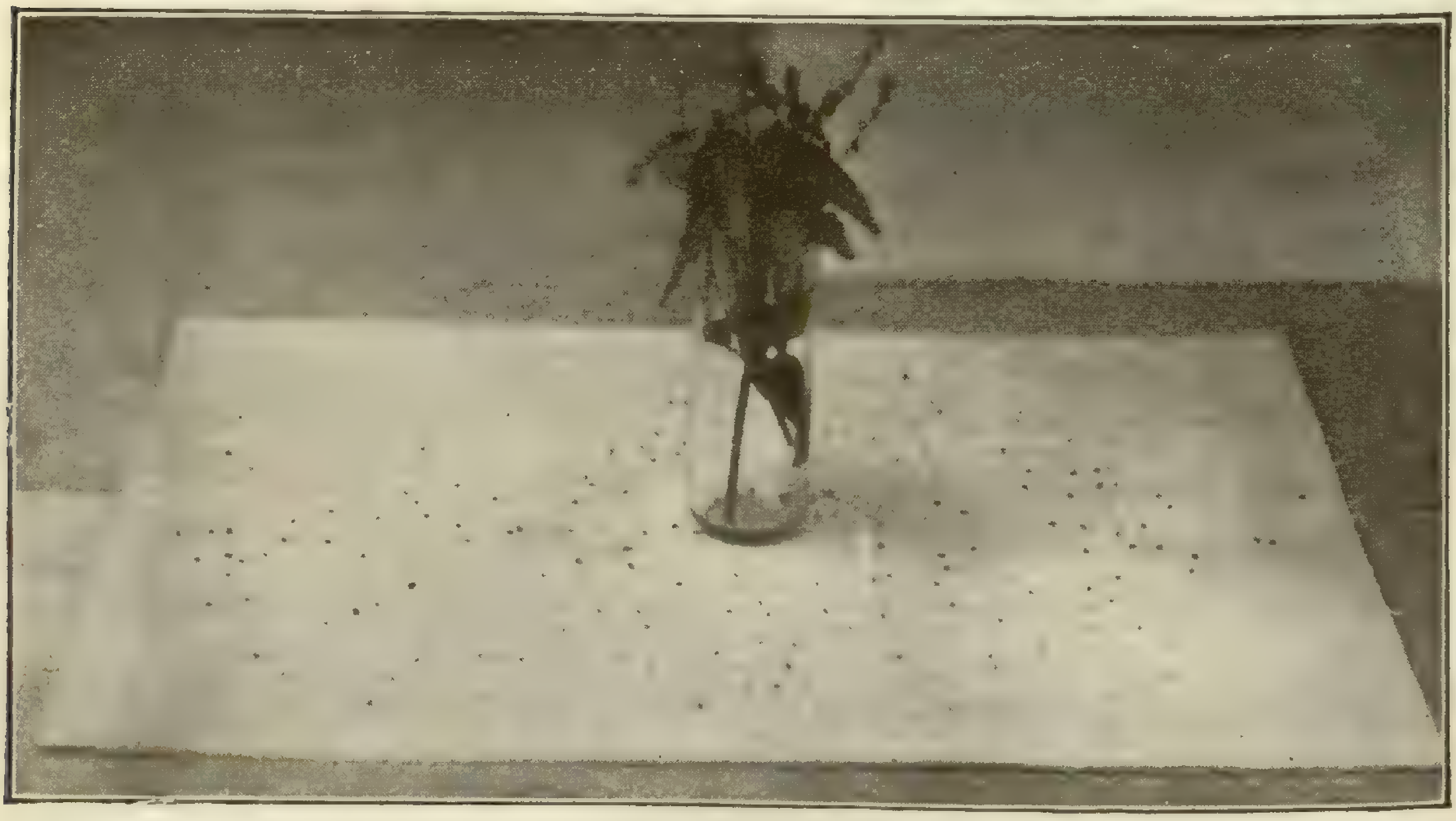


Abb. 1.

Gläschen mit einem Ast von *Mercurialis annua* auf einem weißen Kartonblatt aufgestellt. Die Photographie zeigt die auf dem Kartonblatt liegenden männlichen Blüten nach 48stündiger Versuchsdauer. $^1/_5$ der nat. Größe.

III. Bd. S. 238 (1904). — Kirchner O. in Handwörterb. d. Naturw. I. S. 1008 (1912). — Neger Fr. Biologie der Pfl. S. 588 (1913). — Guttenberg H. v. in Kultur der Gegenw. III. Teil, 4. Abt., 3. Bd. S. 272 (1916). —

[1]) Die in der Literatur vorkommende Zuzählung von *Atriplex* und *Spinacia* zu den Pflanzen mit dieser Einrichtung beruht auf einem Irrtume.

Die Erscheinung ist mir schon ziemlich lange bekannt; ich konnte auch konstatieren, daß sie im Freien genau so zu beobachten ist, wie im Glashause oder Laboratorium. Erst in den letzten Wochen fand ich Gelegenheit, der Sache genauer nachzugehen.

Ich habe zu diesem Zwecke im Laufe der Monate Oktober und November d. J. wiederholt frisch eingesammelte männliche Pflanzen im Glashause des botanischen Institutes in der aus Abb. 1 ersichtlichen Weise aufgestellt. Stets trat alsbald das schon erwähnte Loslösen der Blüten ein und bei genauerem Zusehen konnte ich feststellen, daß die Blüten nicht einfach abfallen, sondern, daß sie mit ziemlicher Kraft abgestoßen werden; sie fliegen, in der Regel von der Infloreszenz, einen Bogen beschreibend, weg und fallen erst in beträchtlicher Entfernung zu Boden. In zahlreichen Fällen konnte ich bei dem Loslösen der Blüten eine kleine gelbe Wolke von Pollenkörnern sehen, welche in die Luft hineingestoßen wurde.

Zur Illustration der Häufigkeit und Wirksamkeit der ganzen Einrichtung gebe ich zunächst die Ergebnisse einiger Versuche wieder:

Versuch I.

Beginn: 14. November, 11^h vorm. Ein blühender Zweig einer am Vortage eingesammelten Pflanze wurde im Kalthause in der Mitte eines lichten Kartonblattes, mit der Stengelbasis in Wasser tauchend, aufgestellt. Radius des Kreises, innerhalb dessen die Blüten bei dem Abfallen, bloß der Schwerkraft folgend, liegen müßten: 40 mm. Luftzug ausgeschlossen. Temperatur: 12 ° C.

Stunde der Beobachtung	Zahl der abgeworfenen Blüten	Entfernung der entferntesten Blüten v. Zentrum der Versuchsaufstellung
14. Nov. 11^h vorm.		
12^h m.	11	180 mm
1^h nachm.	+ 7 = 18	200 mm
2^h nachm.	+ 8 = 26	200 mm
3^h nachm.	+ 5 = 31	210 mm
7^h abds.	+ 17 = 48	215 mm
15. Nov. 9^h vorm.	+ 22 = 70	215 mm
12^h m.	+ 14 = 84	215 mm

Gesamtsumme der bis 16. Nov. 8^h abds. abgestoßenen Blüten: 210.

Versuch II.

Wie bei Versuch I. Radius des Kreises, innerhalb dessen die Blüten beim Abfallen liegen müßten, wenn sie bloß der Schwerkraft folgen würden: 25 mm.

Stunde der Beobachtung	Zahl der abgestoßenen Blüten	Entfernung der entferntesten Blüten vom Zentrum
14. Nov. 11^h vorm.		
12^h m.	12	150 mm
1^h nachm.	+ 9 = 21	158 mm
2^h nachm.	+ 14 = 35	160 mm
3^h nachm.	+ 11 = 46	165 mm
7^h abds.	+ 21 = 67	170 mm
15. Nov. 9^h vorm.	+ 31 = 98	170 mm
12^h m.	+ 26 = 134	170 mm

Gesamtsumme der bis 16. Nov. 8^h abds. abgestoßenen Blüten: 196.

Solche Versuche habe ich in großer Zahl, immer mit im wesentlichen gleichen Ergebnissen durchgeführt.

Bei Versuch I betrug die Maximalwurfweite (215 — 40 mm) 175 mm, bei Versuch II (170 — 25 mm) 145 mm. Die größte Wurfweite, welche ich überhaupt beobachtete, betrug 220 mm; eine in Anbetracht der geringen Masse der Blüten gewiß sehr ansehnliche Entfernung.

Wie schon aus den vorstehenden Versuchsergebnissen zu entnehmen ist, geht das Abwerfen der Blüten ebenso während der Tagesstunden wie in der Nacht vor sich; am intensivsten erfolgt es in den Vormittagsstunden. Es wird begünstigt durch höhere Temperaturen; im dampfgesättigten Raume geht das Abschleudern ebenfalls vor sich, nur ist hier die Zahl der Blüten, welche sich öffnen, aber nicht ablösen, relativ größer (vgl. Taf. XXIV Fig. 1).

Bei vielen Exemplaren, sowohl bei Versuchen, wie im Freien, konnte ich an den vollentwickelten Infloreszenzen keine einzige ganz offene Blüte finden (Taf. XXIV Fig. 2), weil alle unmittelbar nach dem Öffnen abgestoßen worden waren [1]); bei anderen Exemplaren war die Zahl der nicht abgestoßenen Blüten in den Infloreszenzen immerhin nicht unbeträchtlich; besonders fiel mir letzteres in den Morgenstunden nach kalten Nächten und bei Nebelwetter auf. Ich gewann den Eindruck, daß auch individuelle Verschiedenheiten eine Rolle spielen.

---

[1] Solche Exemplare lagen offenbar PAX vor, als er (ENGLER-PRANTL. III. 5. S. 49) schrieb: „Kelch kuglig bis eiförmig, geschlossen, 3 teilig“.

Von diesem Abschleudern der Blüten ist das Abfallen der Blütenknospen wesentlich verschieden, welches bei längerer Versuchsdauer eintritt und offenbar kein normaler Vorgang ist. Daß dieser Vorgang blütenbiologisch bedeutungslos ist, geht schon daraus hervor, daß diese Knospen sich häufig erst am Boden öffnen und dort den Pollen entlassen[1]). Ich erwähne diesen Vorgang nur, weil er bei Wiederholung meiner Versuche im Falle der Nichtbeachtung zu Irrtümern Anlaß geben könnte und weil er begründet, warum ich meine Versuche meist schon am 3. Tage abschloß.

Die ökologische Bedeutung der ganzen Erscheinung ist klar; sie ist der für die Urticaceen und Moraceen erwähnten ganz analog. Das mit ziemlicher Kraft erfolgende Abschleudern der Blüten im Momente, in welchem sich die Antheren öffnen, bewirkt ein Herausschleudern der nicht cohaerenten Pollenkörner, welche entweder direkt der bewegten Luft dargeboten oder auf die benachbarten Pflanzenteile zerstreut und von dort vom nächsten Lufthauche abgeholt werden.

In bezug auf den Mechanismus des Vorganges ergaben meine Untersuchungen folgendes:

Die männlichen Blüten von *Mercurialis annua* sind anfangs sehr kurzgestielt, fast sitzend; vor der Anthese verlängert sich der Blütenstiel. Die Blüten stehen in cymösen Gruppen in den Achseln unscheinbarer, den Perianthblättern ähnlichen Bracteen; die Partialinfloreszenzen sind am Ende längererStiele racemös angeordnet und insbesondere im Endteile einander genähert (Taf. XXIV Fig. 1 u. 2), Die Einzelblüte[2]) besteht aus 3 (selten 4) grünlichen Perianthblättern und 9—21 Staubgefäßen[3]). Eine Viertelstellung derselben konnte ich ebensowenig wie EICHLER[4]) mit Sicherheit erkennen. Zur Zeit des Öffnens der Perianths tritt unmittelbar vor dem Aufspringen der Antheren am basalen Teile der Innenseite der Perianthblätter ein weißlich gefärbtes Wassergewebe (siehe Taf. XXIV, Fig. 5 u. 6sch) auf, d. h. die dort befindlichen Zellen vergrößern sich unter Vermehrung des Zellsaftes sehr bedeutend. Die Vergrößerung dieses als Schwellgewebe fungierenden Gewebes bewirkt ein kräftiges Zurückkrümmen der Perianthblätter. Diese Krümmung findet ein Hemmnis an den die Blüte umgebenden Knospen und Stengelteilen (Taf. XXIV, Fig. 4), während der Blütenstiel dadurch einem starken Zuge ausgesetzt ist. In dem Momente, in welchem der Blütenstiel unter Einfluß dieses Zuges abreißt, tritt infolge des Zurückschlagens der Perianthblätter das Abstoßen der ganzen Blüte ein (Taf. XXIV, Fig. 5).

---

[1]) Der Vorgang gehört wohl zu jenen Ablösungserscheinungen, welche E. HANNIG in Zeitschr. f. Bot. V. Jahrg. 1913 behandelt hat.

[2]) Eine gute Abbildung findet sich beispielsweise in BECK G. v., Flora von Nieder-Österr. II. S. 545.

[3]) Zumeist werden 9—12 Staubgefäße angegeben; ich fand mehr als 12 Staubgefäße ziemlich häufig.

[4]) Vgl. WYDLER in Berner Mitt. Nr. 583. — EICHLER Blütendiagr. II. S. 395.

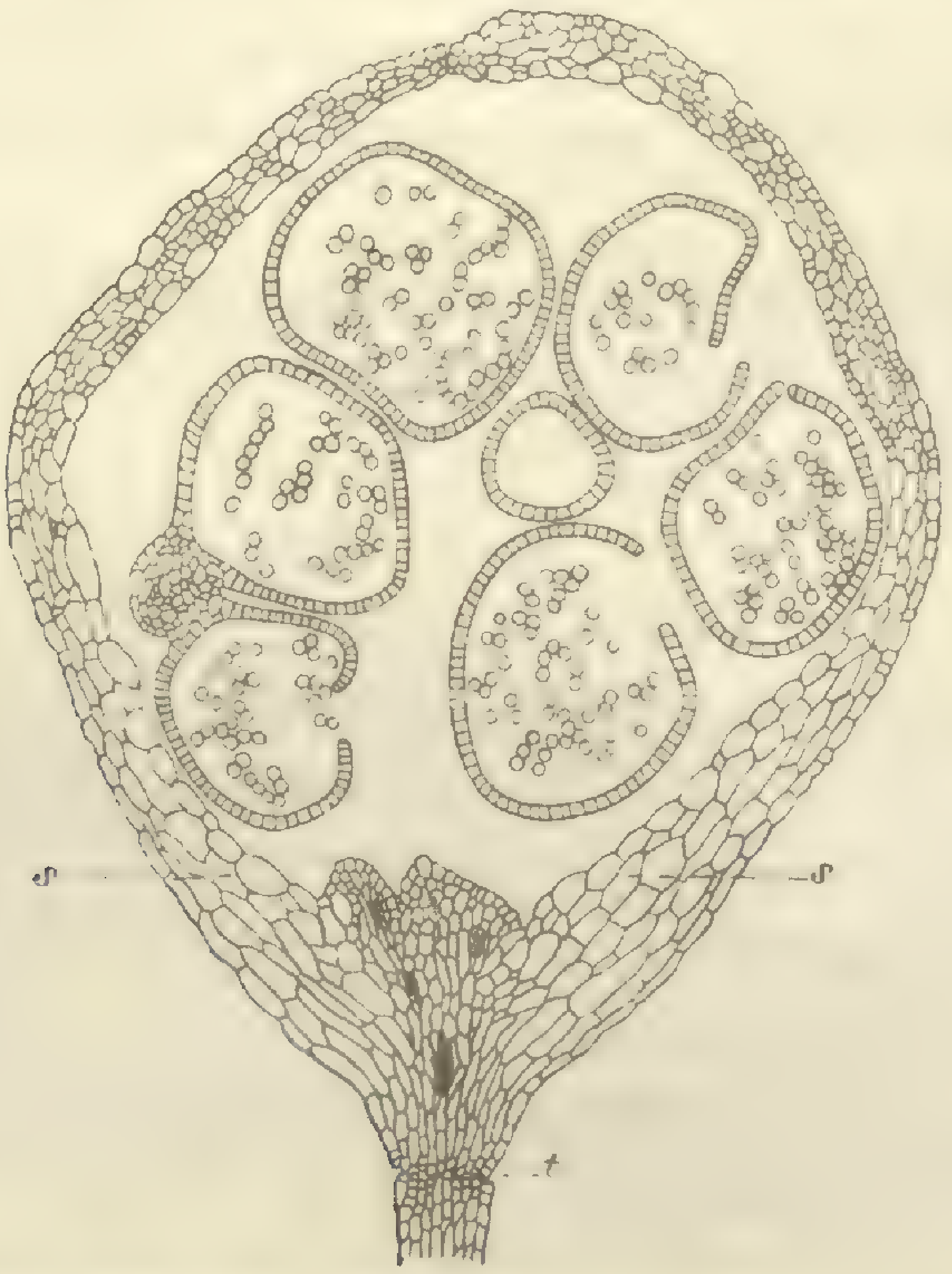


Abb. 2. Längsschnitt durch eine ♂ Blüte von *Mercurialis annua* vor dem Öffnen. s = Schwellgewebe, t = Trennungsschichte; 70 fach vergr.

Die anatomische Untersuchung des Blütenstieles ergab folgendes Resultat (vgl. Taf. XXIV Fig. 7 u. Abb. 2). Dicht unter der Blüte befindet sich eine primäre Trennungsschicht[1] (t) im Sinne HANNIGs, d. h. eine die Epidermis und das Rindenparenchym umfassende Zone meristematischer Zellen, welche einen Rest des meristematischen Zustandes des ganzen Blütenstieles darstellt. Zur Zeit, in der am Basalteile des Perianth die Zellen des Parenchyms unter Wasseraufnahme anschwellen, greift dieser Prozeß auch auf die benachbarten Teile des Blütengewebes über und schreitet bis zur Trennungsschicht fort (Fig. 7 b). Auflösung der Mittellamellen bei den unmittelbar an diese angrenzenden Zellen und Abrundung derselben infolge des Turgors (Fig. 8) sowie Auflösung der Mittellamellen in der Trennungsschicht bewirkt eine Auflösung des Zellverbandes, die im Rindenparenchym beginnt, sich schließlich auf die Epidermis erstreckt, aber das zentrale Stranggewebe unberührt läßt. Die Auflockerung des Gewebes reicht hin, um eine Ablösung der ganzen Blüte infolge des durch die zurückgekrümmten Perianthblätter auf den Stiel ausgeübten Zuges zu ermöglichen. Das Stranggewebe wird bei der Ablösung durchgerissen.

---

[1] HANNIG E. Untersuchungen über das Abstoßen von Blüten unter dem Einflusse äußerer Bedingungen. Zeitschr. f. Botanik, V. Bd. 1913 S. 415 und die dort zitierte Literatur.

Die Abtrennung der Blüte vom Blütenstiel spielt sich daher im wesentlichen so ab, wie sie HANNIG (l. c.) für *Begonia*, HIMMELBAUR[1]) für *Fuchsia* beschrieben haben. Er ist von dem Abtrennungsvorgange, wie er sonst bei Blüten, insbesondere bei männlichen, vorkommt, nicht verschieden und stellt keine spezielle mit dem Abschleudern im direkten Zusammenhang stehende Anpassung dar. Die Einrichtung, welche bei *Mercurialis* das Abschleudern der Blüten bewirkt und durch die Ablösungseinrichtung in seiner Funktion nur ermöglicht wird, ist das kräftige Zurückkrümmen der elastischen Perianthblätter infolge des Auftretens des Schwellgewebes an deren Basis. Doch kann auch die Einrichtung nicht als spezifische Anpassung aufgefaßt werden, da derartige Schwellgewebe bei dem Oeffnen von Blütenknospen auch noch eine Rolle spielen. Es ist daher allgemein biologisch von Interesse, daß bei den männlichen Blüten von *Mercurialis* ein ökologisch oder zweckmäßiger Vorgang nicht auf speziellen, ihm dienenden Struktur- und Gestaltungsverhältnissen beruht, sondern auf einer Reihe von auch sonst weit verbreiteten und anderen Funktionen dienenden Eigentümlichkeiten, und daß nur deren Zusammentreffen unter den für *Mercurialis* gegebenen morphologischen Verhältnissen (Blütenstand, Länge der Blütenstiele u. dgl.) hier zu einer als spezifischen Anpassung erscheinenden Einrichtung wird.

Wien, Botanisches Institut der Universität.

---

[1]) Vgl. HIMMELBAUR W. Das Abblühen von *Fuchsia globosa* in Österr. bot. Zeitsch. 1910 S. 424. — Ein Unterschied gegenüber *Fuchsia* liegt darin, daß bei dieser die Vergrößerung der die Gewebelockerung bewirkenden Zellen an dem verbleibenden Teile der Blüte auftritt, während sie bei *Mercurialis* an dem abfallenden Teile sich findet.

Erklärung der Tafel XXIV.

Fig. 1. ♂ Infloreszenz von *Mercurialis annua* mit abnorm vielen, nicht abgestoßenen geöffneten Blüten; s. Blütenstielreste abgestoßener Blüten; 4fach vergr.

Fig. 2. ♂ Infloreszenz im Knospenzustande. 4fach vergr.

Fig. 3. Teilinfloreszenz mit einer sich öffnenden ♂ Blüte. 12fach vergr.

Fig. 4. Eine ♂ Blüte knapp vor dem Abschleudern. 12fach vergr.

Fig. 5. Eine ♂ Blüte unmittelbar nach dem Abschleudern.

Fig. 6. Eine abgeschleuderte ♂ Blüte, welche 12 Stunden im feuchten Raume lag. S. gleichwie in Fig. 5 = Schwellgewebe. 12fach vergr.

Fig. 7. Tangentialschnitt durch den obersten Teil des Blütenstieles (s t) und den Blütengrund b einer Blüte unmittelbar vor dem Abschleudern. t = Trennungsschicht. Reichert, Oc., 2, Obj. 3.

Fig. 3. Radialschnitt durch die Trennungsschicht t und den unmittelbar anstoßenden Teil des Gewebes des Blütengrundes b. Reichert, Oc., 2, Obj. 8.

---

78. Friedl und Gisela Weber: Die Temperaturabhängigkeit der Plasmaviskosität.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Universität Graz.)

(Eingegangen am 8. Dezember 1916.)

Die Temperaturabhängigkeit einzelner Lebensvorgänge wurde erst in neuester Zeit genau messend verfolgt[1]); dabei ist aufgefallen, daß die Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel, die van t'Hoff für die Geschwindigkeit chemischer Prozesse aufstellte, auch für zahlreiche Lebensvorgänge Geltung besitzt. Man hat vielfach daraus geschlossen, die Temperaturabhängigkeit der Lebensprozesse sei durch diejenige der ihnen zugrunde liegenden chemischen Prozesse bedingt. Andererseits finden wir doch immer wieder, „daß für jedes vitale Geschehen sowohl physikalische wie chemische Bedingungen notwendig sind“ (Pütter, 1914, p. 623).

Von diesem Gesichtspunkte aus, ist es von Interesse zu untersuchen, inwiefern physikalische Zustandsänderungen des lebenden Plasmas von der Temperatur abhängig sind und ob demnach die Möglichkeit bestünde, die Temperaturabhängigkeit einzelner Lebensvorgänge auf die solcher physikalischer Zustandsänderungen zurückzuführen.

---

[1]) Literatur bei Kanitz, 1915.

Zum Studium derartiger Zustandsänderungen des als Kolloidkomplex aufzufassenden lebenden Protoplasmas fehlte bisher ein geeigneter Indikator, der in seinen relativ leicht zu messenden Variationen diese Änderungen erkennen läßt. Ein derartiger Indikator ist in der Viskosität des lebenden Plasmas gegeben[1]) und diese läßt sich mit Hilfe der Methode HEILBRONNS (1912 u. 1914) an bestimmten Pflanzenzellen durch Messung der Fallgeschwindigkeit der Statolithenstärke — also nach der in der Viskosimetrie von Lösungen schon gebräuchlichen „Fallmethode“[2]) — ermitteln.

Wir haben uns die Aufgabe gestellt, die Temperaturabhängigkeit des Viskosität des lebenden Plasmas zu untersuchen. Zunächst sollen folgende Erörterungen klar legen, warum diese Aufgabe noch nicht restlos gelöst werden konnte und diese Mitteilung daher bloß als vorläufig zu bezeichnen ist.

SKRABAL (1916) hat für chemische Prozesse darauf hingewiesen, daß ihre Geschwindigkeit von den verschiedensten Faktoren beeinflußt wird; er bezeichnet diese Faktoren als die „Parameter der Reaktionsgeschwindigkeit“. Die Zahl der die Geschwindigkeit der Lebensvorgänge bestimmenden Parameter ist naturgemäß unabsehbar groß und selbst für solche primäre Vorgänge des lebenden Substrates noch erstaunlich mannigfaltig, wie einen z. B. die Viskositätsänderung des Plasmas darstellt. Diese die Änderung der inneren Reibung beeinflussenden Parameter sind uns keineswegs alle bekannt. Genauer studiert ist bisher eigentlich nur der Einfluß der Schwerkraft auf die Viskosität des lebenden Plasmas. (WEBER 1916). Nach den Erfahrungen der Kolloidphysik besonders nach den Arbeiten der Schule PAULIs über die Viskositätsänderungen der Eiweißlösungen[3]) ist von vornherein eine weitgehende Beeinflussung der Fähigkeit des lebenden Plasmas durch die geringsten Mengen von Elektrolyten und Nichtelektrolyten zu erwarten[4]) und orientierende eigene Untersuchungen haben uns dies auch bereits bestätigt. Alle diese Parameter bestimmen aber gleichzeitig den Viskositätsgrad und lassen sich voneinander nicht

---

1) Über die Eignung der Viskosität als Indikator kolloider Zustandsänderungen im allgemeinen und im speziellen solcher der Eiweißkörper vgl. OSTWALD, 1912, p. 179 und PAULI, 1913, p. 222.

2) Über die Brauchbarkeit der „Methode der fallenden Kugeln“ siehe LADENBURG, 1907.

3) Vgl. HANDOVSKY, 1911.

4) Vgl. WEBER, 1917.

trennen; sie beeinflussen zusammen, wie anzunehmen ist[1]), die Änderung der Viskosität nach der von SKRABAL (1916) ganz allgemein aufgestellten „Parameterregel der Reaktionsgeschwindigkeit“. Diese Parameterregel lautet: „Je rascher eine Reaktion ist, um so geringer ist die Geschwindigkeitsänderung, welche sie durch Variierung der einzelnen Parameter erfährt“. Die Anwendung auf unsere Untersuchung scheint uns die zu sein: Variiert man den Temperaturparameter, so wird die Änderung des Viskositätsgrades — und mithin der Sinkgeschwindigkeit der Stärke — abhängig sein von der von vornherein in der jeweiligen Zelle vorherrschenden Viskosität. In der Tat ist nun die von vornherein in einzelnen Zellen auch bei gleichen Temperaturen angetroffene Sinkgeschwindigkeit der Stärke recht verschieden, was nicht verwundern kann, da die meisten anderen Parameter noch gar nicht bekannt sind und die bekannten nur sehr schwer konstant erhalten werden können. Es sind daher bei den Versuchen mit verschiedenen Zellen keine völlig gleichen Temperaturkoeffizienten zu erwarten. Das gewonnene Tatsachenmaterial kann mithin am besten dahin charakterisiert werden: Die Methode läßt derzeit an ein und derselben Zelle ziemlich exakte Messungen zu, eine Vergleichung der Beobachtungen der Einzelversuchsreihen ist jedoch häufig ohne weiteres nicht möglich.

Daß die Temperatur die Plasmaviskosität beeinflußt geht bereits aus früheren Untersuchungen[2]), insbesondere denjenigen HEILBRONNs (l. c.) hervor. Für *Avena*-Keimlinge wurde von ihm festgestellt, daß Temperaturen von 40 ° C und darüber bei 15 Minuten währender oder längerer Einwirkung Plasmastarre hervorruft. Von Plasmastarre spricht HEILBRONN dann „wenn die Viskosität transitorisch den Grad erreicht hat, der nötig ist, um den Fall beweglicher Stärkekörner zu hemmen“. Die Einwirkung von „Kälte“ hat HEILBRONN noch nicht untersucht, doch hält er es für „a priori wahrscheinlich, daß auch da ähnliche Viskositätssteigerungen sich werden konstatieren lassen“.

Die Methode

unterscheidet sich insofern wesentlich von derjenigen, die HEILBRONN zur Bestimmung der Starre-Temperatur angewendet hat.

---

[1]) ARRHENIUS (1887) stellte für verdünnte wäßrige Lösungen ganz allgemein fest, daß die Temperaturkoeffizienten der Viskosität die größten Werte haben, wo die Viskosität am größten ist.

[2]) Die Arbeit A. J. EWARTs: On the Physic and Physiology of Protoplasmic Streaming in Plants, Oxford, 1903 ist uns derzeit nicht zugänglich.

als nicht die intakten, ganzen Keimlinge den jeweiligen Temperaturen ausgesetzt wurden, sondern einzelne Schnitte aus diesen während der mikroskopischen Beobachtung. Nur so ist es möglich, den Einfluß der Temperatur genau messend zu studieren und zwar auch solcher Temperaturen, welche die Viskosität nicht so weit verändern, daß Plasmastarre eintritt.

Durch Verwendung eines heizbaren Objekttisches[1]), der mit dem ganzen Mikroskop mitgedreht werden konnte, wurden die Objektträger auf die gewünschte Temperatur gebracht. Im übrigen deckt sich die Methode im wesentlichen mit derjenigen HEILBRONNs in der von uns (1916) ausführlich beschriebenen Modifikation. Die Fallzeit der Stärkekörner ist gemessen für einen Weg, der begrenzt ist von 5 Teilstrichen des eingeschalteten Okularmikrometers und bei der verwendeten Vergrößerung 16·5 μ beträgt. Die Messung der Fallzeit erfolgte stets beim Sinken der Statolithen in ein und derselben Richtung also erst nach jeder zweiten Umdrehung um 180°. Als Versuchspflanze kam wieder ausschließlich *Phaseolus multiflorus* zur Verwendung und zwar möglichst gerade zirka 10 cm hohe Lichtkeimlinge. Die Aufzucht der Keimlinge sowie auch das Experimentieren selbst erfolgte im Warmhaus des Institutes, also in reiner Luft. Die Temperaturregulierung des „heizbaren" Objekttisches geschah mittels durchfließenden Wassers; mit einer handlich an dem vom Wasser durchströmten Schlauch angebrachten Klemmschraube, kann die durchfließende Menge des geeignet erwärmten resp. gekühlten Wassers leicht so reguliert werden, daß der Objekttisch die gewünschte Zeit hindurch auf konstanter Temperatur erhalten bleibt.

Die in der Tabelle I angegebenen Temperaturen (in Celsius Graden) entsprechen den am Objekttischthermometer abgelesenen Werten; die Temperatur des Wassers, in dem die Schnitte liegen, nimmt naturgemäß nur im Laufe einiger Zeit die Temperatur des heizbaren Tisches an; mit der Bestimmung der Sinkgeschwindigkeit wurde erst begonnen, nachdem das Objekttischthermometer etwa 4 Minuten konstant die betreffende Temperatur angezeigt hatte. Bei Temperaturen über 60° wird eine störende Differenz zwischen der Temperatur, welche das Objekttischthermometer anzeigt und der Temperatur des Präparates bemerkbar und setzt dem Studium der Wirkung so hoher Temperaturen eine Grenze. Die Dauer einer Einzelversuchsreihe betrug durchschnittlich $^1/_2$ Stunde häufig aber auch 1 bis 2 Stunden. Trat während dieser langen

---

1) Der Firma C. **REICHERT**, Wien.

Versuchsdauer oder auch sonst Plasmaströmung ein, so konnten die gewonnenen Messungen nicht verwertet werden.

Vor einer halben Stunde nach Anfertigung der Schnitte kann mit den Messungen meist nicht begonnen werden und zwar muß vorher durch wiederholtes Drehen um 180° festgestellt werden, ob die Fallgeschwindigkeit — infolge Nachlassens der Wundchokwirkung — nicht noch die Tendenz hat sich auch bei konstanter Temperatur zu verändern; ist dies nicht mehr der Fall, so bleibt sie trotz des nunmehr während der eigentlichen Versuchszeit erfolgenden weiteren Drehens konstant. Für die einzelnen Temperaturen wurden stets mehrere Fallzeitmessungen — diese bis auf $^1/_2$ Sekunde genau — durchgeführt; stimmten die gewonnenen Werte nicht völlig überein, so wird das Mittel aus diesen Zahlen als maßgebend angenommen, treten aber Differenzen von mehr als 2 höchstens 3 Sekunden auf, so eignet sich die betreffende Zelle oder das betreffende Stärkekorn nicht zur Fallzeitmessung. Es ist ferner völlig unerläßlich die Messungen einer Versuchsreihe an ein und derselben Zelle und ein und demselben Stärkekorn durchzuführen; Schnitte und Zellen, in denen dies nicht möglich ist, sind unbrauchbar. Sehr wichtig ist es schließlich die Messungen auch stets an derselben Zellpartie vorzunehmen; mißt man z. B. an einer 3 mal 5 Teilstriche des Okularmikrometers langen Zelle die Fallzeiten zunächst über die obersten (im Mikroskop untersten) 5 Teilstriche, dann über die mittleren und schließlich über die untersten, so erhält man in einem speziellen Falle folgende Fallzeiten 6″, 5″, 4″; zu vergleichen sind also nur Fallzeiten über die gleich orientierte Wegstrecke.

Weitere Angaben über alle in der Methode gelegenen Schwierigkeiten sowie über die zur Ausschaltung der damit verbundenen Fehlerquellen nötigen Vorsichtsmaßregeln, ferner über die Beurteilung der Integrität des Plasmas bleiben einer ausführlicheren Publikation vorbehalten.

Aus den in Tabelle 1 zusammengestellten Fallzeitwerten ist zunächst folgendes zu entnehmen:

Die Fallzeit der Stärke und mithin[1]) die Viskosität des Plasmas nimmt mit steigender Temperatur ab.

Der Temperaturkoefficient[2]) Q_{10} liegt in der Regel zwischen 1 und 2 ist also kleiner als 2.

---

[1]) „Die Fallzeiten gleicher Kugeln verhalten sich wie die Viskositäten der betreffenden Flüssigkeiten." Ladenburg 1907.

[2]) Über diese Bezeichnung und die Berechnung von Q_{10} siehe Kanitz 1915, p. 9; in dieser vorläufigen Mitteilung werden nur mittlere Q_{10} für das Gebiet von Temperaturintervallen von je 10° in obiger Tabelle angeführt.

Ergebnisse.

Tabelle I[1]).

Temp.	0°	4°	8°	10°	14°	20°	24°	30°	34°	40°	44°	50°	54°	60°	Vers. Nr.
Fallzeiten der Stärke in Sekunden				8		6									I
				14		11·5		10		8·5		7·5			II
								14		11		8		7	III
								6		5		4		3·5	IV
					20		16		10		7				V
		16	[14]	12	[11]	8		4							VI
				20		12		7	[6]						VII
				32		18		14		10		9			VIII
						13		10		7		6		5	IX
	21			15		11		8							X
				12		9		7		5					XI
	20			15		10		7·5		6					XII
		9	[7]	6·5	[5]										XIII
			[11]	10		8		7		6		5		4·5	XIV
				8·5		7		6		5					XV
			16		14		12		9·5		8		6·5		XVI
Mittlere Q_{10}		1·51			1.41		1.37		1·27		1·20			1·14	

Werden für Lebensprozesse Werte von Q_{10} die unterhalb 2 liegen gefunden, so weist dies (PÜTTER 1914) auf physikalische Prozesse hin, die den Umsatz begrenzen. Die Viskositätsvariationen zeigen physikalische Zustandsänderungen des lebenden Plasmas an, es waren also für die Temperaturabhängigkeit der Viskosität von vornherein Q_{10} Werte < 2 zu erwarten.

---

[1]) Die in [ ] gesetzten Fallzeiten wurden bei der Berechnung des Mittelwertes von Q_{10} nicht berücksichtigt, da bei dem kleinen Temperaturintervall diesen Werten nicht die gleiche Genauigkeit zukommt wie bei Intervallen von 10° resp. 6°.

Die Temperaturkoefficienten von Eiweißlösungen sind bereits bestimmt. „Die Viskosität einer Eiweißlösung nimmt zwischen 3° und 60° ab mit einem $Q_{10} = 1 \cdot 2$ 1). Es sei hier eine Tabelle von SNYDER (1911) wiedergegeben, der zum Vergleich die mittleren Q_{10} der Plasmaviskosität von *Phaseolus* hinzugefügt werden.

Tabelle II.

Viskositäts-Temperatur-Koeffizienten Q_{10}.

	Temp. Intervall	0°—10°	10°—20°	20°—30°	30°—40°
a	Water	1·36	1·30	1·26	1·22
b	Egg albumin		1·21	1·20	1·14
c	Pepton plasma of dog's blood	1·48	1·34	1·27	1·24
d	lebendes Plasma von *Phaseolus*	1·51	1.41	1·37	1·27

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor:

Der Temperaturkoeffizient der Viskosität des lebenden Plasmas von *Phaseolus* erreicht ähnliche Werte wie derjenige verschiedener Eiweißlösungen.

Hinsichtlich der Konstanz von Q_{10} der Viskosität innerhalb des in Betracht gezogenen großen Temperaturintervalles ist aus den mitgeteilten mittleren Q_{10} Werten folgendes zu entnehmen:

Q_{10} der Viskosität des lebenden Plasmas nimmt mit steigender Temperatur ab.

Ein Blick auf Tabelle II zeigt uns ferner auch in dieser Beziehung die völlige Übereinstimmung mit dem Viskositätsverhalten von Eiweißlösungen 2). Dieser Tabelle ist weiter zu entnehmen, daß auch der Temperaturkoeffizient des Wassers mit steigender Temperatur abnimmt. Diese Übereinstimmung führt SUTHERLAND (1908, p. 122) zu dem Schluß „within the physiological limits of temperature the viscosity of egg white is proportional to that of water. It is very probable that the viscosity of egg white and other aqueous solutions of protein is directly derived

---

1) PÜTTER, 1914, p. 362.

2) SNYDER and TODD 1911, p. 166: „The temperature coefficients of the viscosity of blood, plasmata and sera for intervales of 10 degrees varies with the themperature, the larges coefficients being for the lover and the smaller for the higher ranges of temperature.

from that of water". Unsere Versuchsdaten gestatten es noch nicht, zu sagen, ob dieser Schluß auch für die Viskosität des lebenden Plasmas Geltung hat.

Was das ausgesprochene Fallen von Q_{10} der Viskosität mit steigender Temperatur betrifft, so besteht diesbezüglich jedenfalls eine Beziehung zu der eingangs erwähnten Parameterregel Skrabals, indem häufig je höher die Fallgeschwindigkeit der Stärke ist, umso geringer die Geschwindigkeitsänderung gefunden wird, welche sie durch Variierung des Temperaturparameters erfährt. Besonders klar tritt diese Regel hervor, wenn mit Zellen experimentiert wird, deren Viskosität von vornherein abnorm[1]) groß ist; in solchen Fällen ist auch Q_{10} besonders groß ($= 2$ oder > 2).

Die Fallzeiten werden für eine bestimmte Temperatur in der Regel gleich befunden, gleichgültig ob man von einer höheren oder einer niederen Temperatur ausgeht. Einige Beispiele seien hierfür angeführt.

Tabelle III.

Temp.[2])	20°	30°	10°	30°	40°	50°	10°	40°	30°
Fallzeiten der Stärke in Sekunden	9	7	10	7	5	5	10	5	7
		10	18	10			18		10
	11·5	10	14	10	8·5	7·5			10
	8	7	10	7	6	5	10	6	7

Bei Rückkehr zu einer früheren Temperatur werden dieselben Fallzeiten so genau wieder erreicht, daß man daraus mit völliger Sicherheit die dazugehörigen Temperaturen angeben kann. Eine derartige Temperaturabhängigkeit der Viskositätsverhältnisse kommt sonst bei suspensoiden Lösungen vor und man bezeichnet die Viskosität derselben als „thermostabil" (Ostwald 1912, p. 186). Wir können demnach sagen: Die Viskosität des lebenden Plasmas ist thermostabil, oder anders ausgedrückt: Die thermische Vorgeschichte hat keinen Einfluß auf die Plasmaviskosität.

---

1) Abnorm nur für die Zellen der Schnitte in Wasser.

2) Temperaturen in der Reihenfolge der Anwendung.

Im Zusammenhang damit steht die unerwartete Tatsache, daß die „Dauer des Vorerwärmens“ keinen Einfluß auf den Viskositätswert nimmt. Selbst bei 2stündiger Einwirkung einer konstanten Temperatur von 40° halten sich die Fallzeiten — bis auf die üblichen kleinen Schwankungen — völlig und dauernd auf gleicher Höhe. Dies ist umso auffallender als nach HEILBRONN den intakten Keimlingen von *Avena* nach $^1/_2$stündiger Einwirkung von 40° bereits „Starre“ eintritt. Einzelne Versuche mit ganzen *Phaseolus*-Keimpflanzen haben uns diese Angaben auch für unser Versuchsmaterial bestätigt. Es tritt also in intakten Keimlingen die Wärmestarre des Plasmas früher ein als bei Schnitten. Auf dieses interessante Problem soll in dieser Mitteilung nicht eingegangen werden, nur soviel sei darüber erwähnt: Unterläßt man es, das bei so hohen Temperaturen rasch verdunstende Wasser, in dem die Schnitte liegen, regelmäßig durch gleich temperiertes zu erneuern, so tritt auch in den Schnitten bei 40° meist bald Zunahme der Viskosität ein, die sich oft rasch bis zur „Starre“ steigert. Jedenfalls können genaue Angaben über den Eintritt der Wärmestarre derzeit noch nicht gegeben werden. Auch Kältestarre konnte bisher nicht erzielt werden, obwohl die Temperatur des Objekttisches bis zu einer halben Stunde bei 0° resp. — 2° erhalten wurde. Es tritt dabei eine besondere Beobachtungsschwierigkeit auf: das Deckglas beschlägt sich ungemein stark mit Wasser und beginnt sich mit Eis zu überziehen, wodurch die weitere Beobachtung meist mit der Zeit unmöglich wird. Auffallend ist, daß bei so extrem tiefen Temperaturen die Werte für Q_{10}, wie sonst meist bei Lebensvorgängen, nicht besonders stark ansteigen. Überhaupt birgt der Einfluß niederer Temperaturen noch weitere ungelöste Fragen, die teilweise wohl im Zusammenhange stehen mit dem Problem der „Temperaturgewöhnung der Eiweißkörper“ (OSTWALD 1909, p. 486) und sich auf dem von uns eingeschlagenen Wege relativ leicht studieren lassen werden.

Wir haben es 1916 als wahrscheinlich bezeichnet, daß die als Wirkung der Schwerkraft auftretende Viskositätsänderung „mit der geotropischen Reaktion in einem kausalen Zusammenhang steht und nur ein früheres Glied der geotropischen Reizkette darstellt.“ In der vorliegenden Untersuchung sind für die Temperaturabhängigkeit der Viskosität Q_{10} Werte < 2 gefunden worden, dagegen fand RUTGERS (1910) für die geotropische Präsentationszeit $Q_{10} > 2$ und zwar der RGT Regel entsprechend zwischen 2 u. 3. Dieses Ergebnis RUTGERS wird vielfach dahin gedeutet, ein chemischer Prozeß sei der begrenzende Faktor bei der Temperaturabhängigkeit der geotropischen Präsentationszeit. In diesem Zusammenhange sei jedoch auf folgende Überlegungen PÜTTERs (1914) hingewiesen: „Es wäre sehr wohl möglich, daß es Prozesse gäbe, für die eine Größe der begrenzende Faktor ist, die proportional der vierten Potenz einer physikalischen Eigenschaft des lebenden Systems z. B. der Viskosität ist, die für 10° um das 1·2fache abnimmt. In einem solchen Falle würde $Q_{10} = 1 \cdot 2^4 = 2 \cdot 7$ gefunden werden und trotz dieses Wertes wäre es eine physikalische Eigenschaft, die die Gesamtleistung des Systems begrenzt.“ Es sei darauf hingewiesen, daß diese allgemeine theoretische Erörterung PÜTTERs uns im speziellen Falle des geotropischen Reizvorganges realisiert zu sein scheint und daß gerade für diesen Reizvorgang bereits 1910 LINSBAUER auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht hat „die erste Zustandsänderung infolge der Reizwirkung ist vielleicht überhaupt nicht chemischer sondern physikalischer Natur“.

Es möge schließlich noch besonders hervorgehoben werden, daß es ja nicht der Viskositätsgrad selbst als solcher sein muß, der ausschlaggebend ist für den Verlauf geotropischer Effekte[1]), sondern daß die Viskositätsänderungen vielleicht nur als Indikatoren physikalischer Zustandsänderungen des Plasmas von Interesse sind. Es sei daran erinnert, daß „Quellbarkeit und osmotischer Druck von Emulsoiden symbat, innere Reibung und osmotischer Druck antibat“ gehen (OSTWALD 1909, p. 319). Nach STOPPEL (1916, p. 678, Anm. 1) „würde die Plasmaviskosität die Folge des durch den elektrischen Strom bedingten Stofftransport sein“. Es ist bekannt, daß die Geschwindigkeit der elektrischen Kataphorese u. a. abhängig ist von der inneren Reibung und daß höhere Temperatur die Geschwindigkeit der Kataphorese steigert; „ob diese Wirkung nur der Verminderung der Viskosität des Dispersionsmittels durch Temperaturerhöhung zuzuschreiben ist, konnte bisher noch nicht festgestellt werden“ (OSTWALD 1909, p. 241).

Es genügt in dieser vorläufigen Mitteilung damit auf einige der sich aufdrängenden Fragen hingewiesen zu haben.

Literatur.

ARRHENIUS, S. 1887, Über die innere Reibung verdünnter wäßriger Lösungen, Zeitschr. physik. Chemie, Bd. 1.

GRAFE, V., und LINSBAUER, K. 1910, Zur Kenntnis der Stoffwechseländerungen bei geotropischer Reizung, II. Mitt. S. Ak. Wiss. Wien, Bd. 119.

---

[1]) Vgl. LINSBAUER 1910, p. 2 „daß eine physikalische Änderung chemische Differenzen nach sich ziehen kann, unterliegt natürlich keinem Zweifel“.

HANDOVSKY, H., 1911, Fortschritte in der Kolloidchemie der Eiweißkörper, Dresden.

HEILBRONN, A. L., 1912, Über Plasmaströmung und deren Beziehungen zur Bewegung umlagerungsfähiger Stärke. Diese Berichte Bd. 30.

— 1914, Zustand des Plasmas u. Reizbarkeit. Jahrb. wiss. Bot. Bd. 54.

KANITZ, A., 1915, Temperatur u. Lebensvorgänge, Berlin.

LADENBURG, R., 1907, Über die innere Reibung zäher Flüssigkeiten. Annal. Physik, Bd. 22.

OSTWALD, WO., 1909, Grundriß der Kolloidchemie. Dresden u. Leipzig.

— 1912, dasselbe III. Aufl., I. Hälfte.

PAULI, WO., 1913, Viskosität u. Elektrochemie der Eiweißlösungen. Kolloidzeitschrift Bd. 12.

PÜTTER, A., 1914, Temperaturkoeffizienten. Zeitschr. allg. Physiol. Bd. 16.

RUTGERS, A. L., 1910, The influence of temperature on the geotropic presentation-time. Rec. trav. Néerl. Bd. 9.

SKRABAL, A, 1916, Reaktionsgeschwindigkeit-Temperaturstudien. S. Ak. Wiss. Wien, Bd. 125.

SNYDER, CH. D., 1911, Temperatur Coefficients of physiological process. Amer. journ. of physiol., Vol. 28.

SNYDER, CH. D., and TODD, M. H., 1911. The viscosity of body fluids at various temperatures; ebenda.

SUTHERLAND, W., 1908, Conduction of nerve impulse. Amer. journ. of physiol. Vol. 23.

STOPPEL. R., 1916, Abhängigkeit der Schlafbewegungen usw. Zeitschr. f. Bot., Jhg. 8.

WEBER, G. u. F., 1916, Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität. Jahrb. f. wiss. Bot.

WEBER, F., 1917, Die Messung der Plasmaviskosität lebender Pflanzenzellen, Die Naturwissenschaften.

79. Otto Schüepp: Beiträge zur Theorie des Vegetationspunktes.

(Mit Doppeltafel XXV und 4 Abb. in Text).

(Eingegangen am 12. Dezember 1916).

1. Oberflächengliederung des Blütenvegetationspunktes.

Wir fragen vom epigenetischen Standpunkt aus, wie die jungen Organanlagen entstehen, wie der Übergang von einer Summe unter sich gleicher Meristemzellen zu einer jungen Blüte mit räumlich getrennten Einzelorganen stattfindet. Als Beispiel sollen Blütenanlagen von *Lathyrus latifolius* L dienen [Abb. 1, S. 848].

Wir beginnen mit dem ungegliederten, gleichmäßig gewölbten Vegetationspunkt [Abb. 1 A und E]. Bald wird die Umrißlinie zu einem Fünfeck mit gerundeten Ecken [B]. Eine Ringfurche, deren Bildung auf der Tragblattseite beginnt, trennt den „Kelchwall" vom Blütenzentrum ab [B]. Anfangs kreisrund, wird die Furche ebenfalls fünfeckig [B, C, D]. Im Profil zeigt sich, daß die Kammlinie des Kelchwalles wellenförmig auf- und absteigt [F]. Die Erhebungen werden höher; die Vertiefungen werden zu scharfen Ecken; der Kelchwall gliedert sich in die 5 Kelchblätter, die einer kurzen Kelchröhre eingefügt sind [G, C, D]. Bald nach der ersten Ringfurche erscheint weiter innen eine zweite; sie trennt einen „Staubgefäßkronblattwall" von dem zentralen Fruchtknoten [G, D]. Der Ringwall ist zunächst glatt [G]; später zeigt er eine intensive Wellenbildung [H]. Auf den Kelchradien entsteht je ein größerer Höcker, [„episepales" Staubgefäß]; auf den zwischenliegenden Radien bildet sich je ein Höckerpaar [Kronblatt und „epipetales" Staubgefäß] [D, J]. Nachträglich werden die Wellentäler zu scharfen Grenzfurchen.

Doch sind diese Grenzfurchen nichts endgültiges; denn später finden wieder tiefgreifende Umwandlungen des ganzen Blütengrundes statt. Im Jugendstadium endet die Blütenaxe mit einer schwach gewölbten Fläche, die lückenlos von den einzelnen Blütenorganen bedeckt wird, [Abb. 2 A]; die ausgewachsene Blüte zeigt einen Axenbecher [2 B]; auf dem Rande desselben stehen die Kelchröhre, die Kronblätter und die neugebildete Staubfadenröhre; die freie Innenwand funktioniert als Nektarium, in der Tiefe sitzt der Fruchtknoten.

Ebenso groß sind die Veränderungen im Blütendiagramm Im Jugendstadium bilden sämtliche Kronblätter und Staubgefäße einen gemeinsamen Kreis [Abb. 2 C]. Später treten die Kronblätter

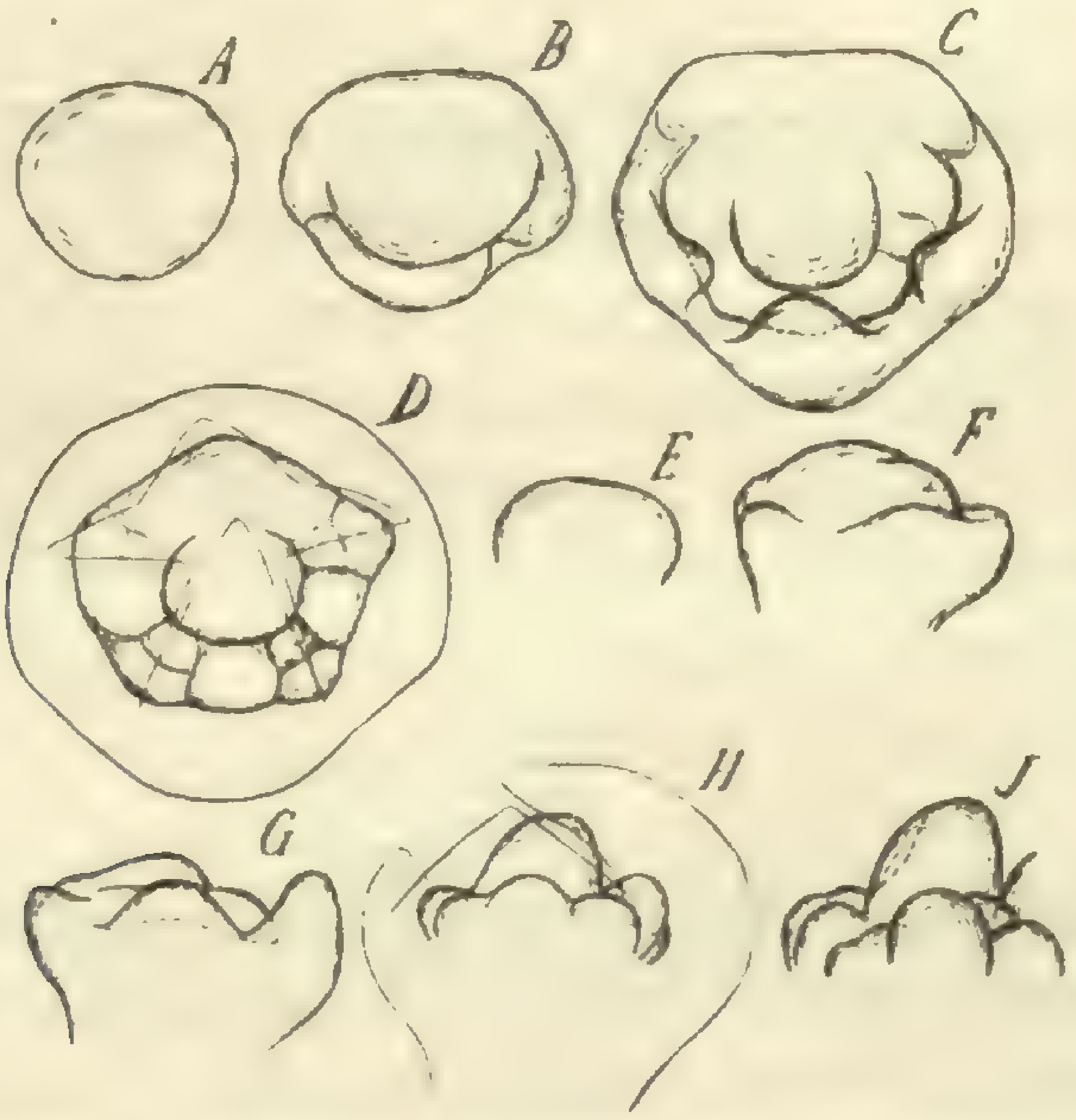


Abb. 1. 100 : 1. *Lathyrus latifolius* L. Ansichten aufgehellter junger Blüten. *A—D* Scheitelansichten, *E—J* Seitenansichten. Bei *D* und *H* Kelch durchsichtig gedacht, bei *J* Kelch weggelassen.

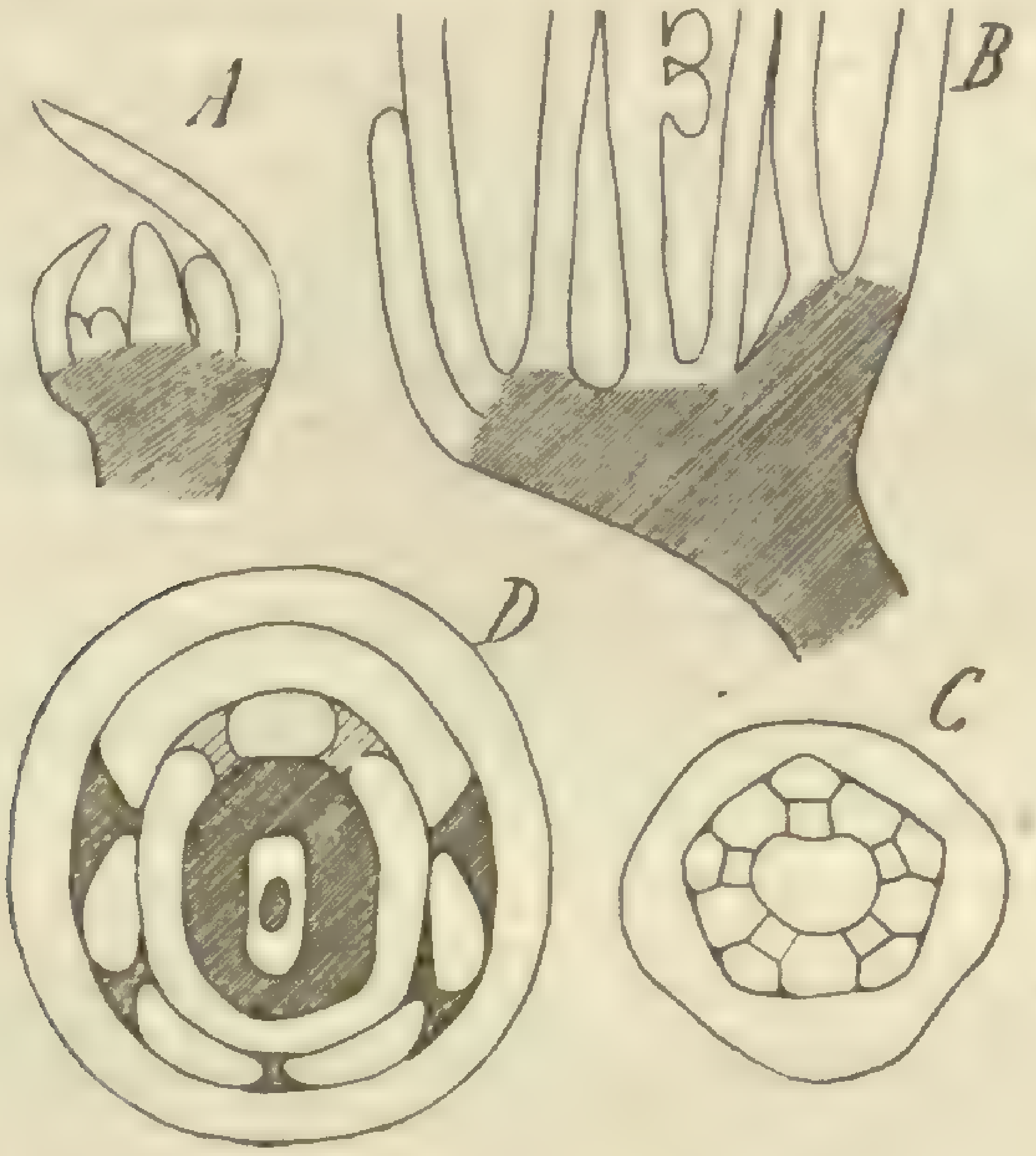


Abb. 2. *A* u. *B*. Mediane Längsschnitte. (Blütenboden schraffiert) *A*, 50 : 1. Der schwachgewölbte Blütenboden lückenlos bedeckt von den Einzelorganen. *B*, 12, 5 : 1 Axenbecher einer fast ausgewachsenen Blüte. *C* u. *D* Diagramme, abgeleitet aus Mikrotomserien. *C* 100 : 1 Jugendzustand. *D* 12,5 : 1 Ausgewachsene Blüte.

ganz aus demselben heraus; der zackige Umriß der ganzen Staubgefäßgruppe wird zum Kreis, zuerst werden 9, nachher alle 10 Staubgefäße auf einer gemeinsamen Basis [„Staubfadenröhre"] emporgehoben. [2 D].

Folgende Erscheinungen kehren bei allen Vegetationspunkten wieder. Bei der Bildung der Organanlagen ist die ganze Oberfläche in Bewegung. Die gleichmäßige Rundung des Vegetationspunktes verschwindet; es treten einzelne Punkte mit stärkerer Krümmung hervor; diese werden zu Ecken; zwischen den Ecken bilden sich flache Vertiefungen; diese werden zu stumpfwinkligen, später zu spitzwinkligen Furchen und endlich zu engen Spalten. Der Vegetationspunkt wird durch den Formwechsel seiner ganzen Masse in Axe und Blattanlagen aufgeteilt.

2. Anordnung, Teilungsrichtung und Form der Meristemzellen.

HANSTEIN[1]) lehrte, daß die Vegetationspunkte der Angiospermen aus Schichten verschiedener Abstammung bestehen [Dermatogen, Periblem, Plerom] SACHS[2]) zeigte, daß die Zellanordnung im Vegetationspunkt in einer einfachen geometrischen Beziehung zur Umrißform steht; die Zellwände lassen sich einordnen in die Kurvenscharen der Periklinen, und Antiklinen. Im folgenden soll versucht werden, die Ergebnisse beider Forscher zu vereinigen und weiter zu entwickeln. Wir fragen nach den Beziehungen zwischen dem Verhalten der Meristemzellen und ihrer Lage im Vegetationspunkt, speziell ihrer Lage zur Oberfläche desselben.

Ein junger Blütenvegetationspunkt zeigt außen zwei deutliche Zellschichten [Dermatogen und Periblem], innen einen ungeordneten Zellhaufen [Plerom] [Tafel Abb. A]. Das Dermatogen bleibt während der ganzen Entwicklung einfach[3]) [Abb. A bis K]. Das Periblem spaltet sich, anfangs nur an einzelnen Stellen [Abb. B bei A, B, C, D], später fast durchwegs [Abb. C ungeteilte Stellen bei B, C, D, E].

Im Dermatogen entstehen ausschließlich antikline Teilungswände, im Periblem vorwiegend antikline Teilungswände, im Plerom ist keine bestimmte Teilungsrichtung bevorzugt.

Das Dermatogen wächst ausschließlich, das Periblem vorwiegend in die Fläche; das Plerom zeigt keine vorherrschende Wachstumsrichtung.

Die betrachteten Tatsachen müssen wir zum Formwechsel des Vegetationspunktes in Beziehung setzen. Dazu soll die Abb. 3 dienen, wo statt der Einzelzellen in schematisierter Weise zwei

---

1) HANSTEIN 1869.

2) SACHS 1882.

3) Eine ausnahmsweise Spaltung zeigt Abb. C bei A.

Periklinen [Grenzen von Dermatogen und Periblem] sowie 13 Antiklinen [AA, BB — NN] eingetragen sind. Während aus dem Abschnitt AA NN des Vegetationspunktes in Abb. A die Fahne und das Fahnenstaubgefäß in Abb. D hervorgehen, wachsen die 12 Teilstücke auf ungefähr die zehnfache Länge, also die hundertfache Fläche heran. Gleichzeitig verdickt sich das Dermatogen gar nicht, das Periblem nur auf das Doppelte.

Der Formwechsel des Vegetationspunktes ist mit intensivem Flächenwachstum und gleichzeitiger starker Faltung der Oberflächenschichten verknüpft.

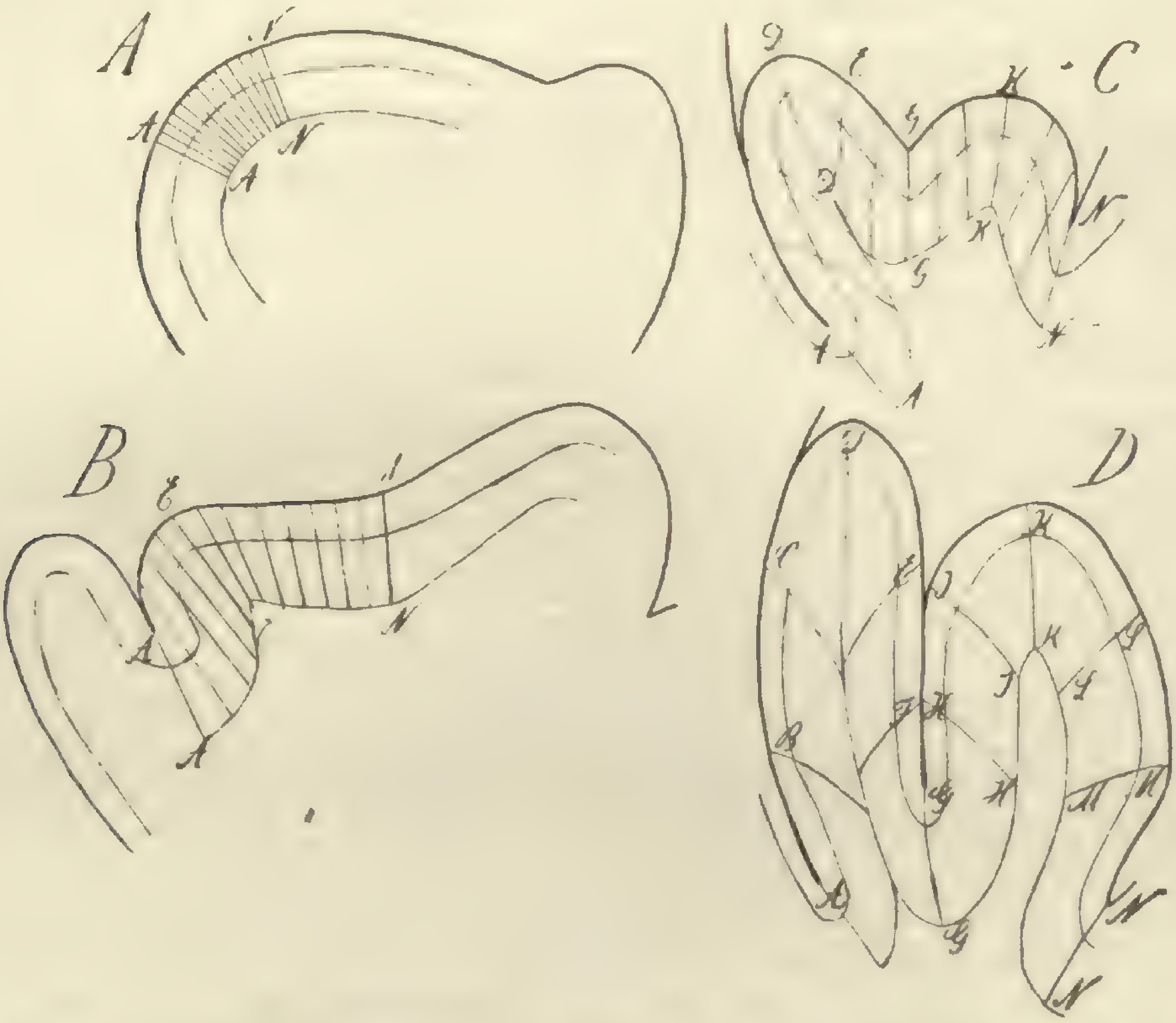


Abb. 3. 200 : 1 *Lathyrus latifolius.* Schema für den Formwechsel des Vegetationspunktes. Vergleiche Tafel XXV, Abb. *A*, *C*, *D* und *E*.

Während des Wachstums und der Faltung werden im Dermatogen und Periblem die rechteckigen Zellumrisse zu Rauten verschoben [Tafel Abb. C, D, E]; die Antiklinen stellen sich schief zu den Periklinen [Abb. 3 B, C, D]. Dies hängt damit zusammen, daß das Flächenwachstum an der Innenseite und Außenseite jedes Teilstückes ungefähr gleich groß ist; wie man aus Abb. 3 ablesen kann. Ein einfaches Modell zur Veranschaulichung des Vorgangs erhält man, indem man auf den Schnitt eines Buches Querlinien zeichnet und ein Paket Blätter durch Tangentialschub faltet.

3. Wachstumsintensität in verschiedenen Teilen des Vegetationspunktes.

Aus der Zellenordnung läßt sich direkt nichts ableiten über die Wachstums- und Vermehrungsintensität der Zellen. Vor allem ist zu betonen, daß die Spaltung der Periblemschicht keinen Beweis für eine Wachstumssteigerung darstellt; sie kann ebensogut ohne eine solche zustande kommen durch bloße Veränderung der *Teilungsrichtung*.

Die Kernteilungsfiguren sind im ganzen Vegetationspunkt und seiner nächsten Umgebung ungefähr gleichmäßig verteilt; namentlich sind sie auch ungefähr ebenso häufig im Dermatogen, wie im Periblem und Plerom[1]). Es ergibt sich daraus, daß das *Dermatogen mit annähernd derselben Geschwindigkeit in die Fläche wächst wie der ganze Vegetationspunkt an Volumen zunimmt.*

4. Mathematisches und botanisches über Oberflächen- und Volumenwachstum.

Wir gehen aus von einem beliebig geformten Körper mit der Anfangslänge l_0, der Anfangsoberfläche O_0 und dem Anfangsvolumen V_0. Durch Multiplikation mit den Wachstumskoeffizienten α [für die Längen], β [für die Flächen] und γ [für die Volumina] erhalten wir die Endgrößen

$$l = \alpha . l_0$$
$$O = \beta . O$$
$$V = \gamma . V_0$$

Wachstum ohne Formwechsel ist nur möglich, wenn zwischen den Koeffizienten α, β und γ bestimmte Beziehungen bestehen. Während sich [z. B. bei einem Würfel] die Länge verdoppelt, wächst die Oberfläche auf das Vierfache und das Volumen auf das Achtfache. Das Wachstum eines solchen Körpers können wir folgendermaßen darstellen:

Anfangsgrößen: $l_0 \quad O_0 \quad V_0$
Endgrößen: $l = 2 l_0 \quad O = 4 O_0 \quad V = 8 V_0$
oder: $l = 3 l_0 \quad O = 9 O_0 \quad V = 27 V_0$
allgemein: $l = \alpha\, l_0 \; O = \beta\, O_0 \; V = 8\, V_0$
wobei: $\beta = \alpha^2$ und $\gamma = \alpha^3$

Für die weitere Abteilung interessiert uns speziell die Beziehung zwischen β und γ

$$\sqrt[2]{\beta} = \sqrt[3]{\gamma}$$

---

[1]) Zahlenangaben bei SCHÜEPP 1914. S. 333—335.

Nummerisches Verhältnis zwischen den Koeffizienten für das Oberflächenwachstum [β] und für das Volumenwachstum [γ]		$\beta>\gamma$			$\beta=\gamma$			$\beta<\gamma$								
		$\sqrt[2]{\beta} > \sqrt[3]{\gamma}$									$\sqrt[2]{\beta} = \sqrt[3]{\gamma}$			$\sqrt[2]{\beta} < \sqrt[3]{\gamma}$		
Zahlenbeispiele für das Wachstum eines Körpers von der Oberfläche O_0 und dem Volumen V_0 unter den verschiedenen Bedingungen für β und γ	Zeit	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3
	Oberfläche	16 O_0	51 O_0	256 O_0	8 O_0	27 O_0	64 O_0	6 O_0	20 O_0	50 O_0	4 O_0	9 O_0	16 O_0	4 O_0	9 O_0	16 O_0
	Volumen	8 V_0	27 V_0	64 V_0	8 V_0	27 V_0	64 V_0	8 V_0	27 V_0	64 V_0	8 V_0	27 V_0	64 V_0	12 V_0	36 V_0	90 V_0
Beziehungen zwischen Wachstum u. Formwechsel der betrachteten Körper		„Ueberwiegen des Oberflächenwachstums“. Wachstum mit einem Formwechsel in der Richtung nach reicherer Gliederung und starker Oberflächenentwicklung verknüpft.									„Gleichgewicht“ zwischen Oberflächenwachstum u. Volumenwachstum. Wachstum ohne Formwechsel möglich.			„Ueberwiegen des Volumenwachstums“. Wachstum mit einem Formwechsel in der Richtung nach abnehmender Gliederung und geringer Oberflächenentwicklung verknüpft.		
					Spezialfall, annähernd verwirklicht im Sproßvegetationspunkt der Angiospermen.											

Allgemeine Übersicht. [Siehe die Tabelle S. 852.]

In der Tabelle sind in bezug auf das nummerische Verhältnis der Wachstumskoeffizienten β und γ fünf Fälle unterschieden. Die Gleichung $\sqrt[2]{\beta} = \sqrt[3]{\gamma}$ stellt, wie wir bereits gesehen haben, einen besonders wichtigen Spezialfall dar. Daraus ergibt sich die Haupteinteilung in die drei Fälle

$$\sqrt[2]{\beta} > \sqrt[3]{\gamma};\ \sqrt[2]{\beta} = \sqrt[3]{\gamma};\ \sqrt[2]{\beta} < \sqrt[3]{\gamma}.$$

Der erste Hauptfall umfaßt die drei Möglichkeiten

$$\beta > \gamma;\ \beta = \gamma:\ \beta < \gamma.$$

So entstehen die fünf Kolonnen der Tabelle.

Die Zahlenbeispiele stellen das Wachstum von fünf verschiedenen Körpern dar. Alle sollen dieselbe Ausgangsform und Ausgangsgröße haben. An den Zahlenbeispielen wollen wir die Beziehungen zwischen Wachstum und Formwechsel ableiten.

Der Körper in der vierten Kolonne diene als allgemeiner Vergleichskörper. Wir wissen von ihm bereits, daß er ohne Formwechsel wachsen kann; Oberflächenwachstum und Volumenwachstum sind bei ihm „im Gleichgewicht".

In den drei ersten Kolonnen sind für das Volumenwachstum wieder die gleichen Zahlen eingesetzt; die Zahlen für das Oberflächenwachstum müssen aus denselben mit Hilfe der Gleichungen zwischen β und γ berechnet werden. Die drei ersten Körper haben immer gleiches Volumen wie der vierte. In den späteren Stadien übertreffen sie ihn aber immer mehr an Oberfläche. Sie müssen also einen Formwechsel durchmachen, bei dem das Oberflächenwachstum „überwiegt", das heißt ihre Form muß immer reicher gegliedert werden.

In analoger Weise ergibt sich aus dem Vergleich der vierten und fünften Kolonne, daß im letzteren Fall das Volumenwachstum „überwiegt."

„Überwiegen des Oberflächenwachstums" scheint allgemein bei den Sproßvegetationspunkten eine große Rolle zu spielen; „Überwiegen des Volumenwachstums" wird bei den Sproßachsen und Blättern der Sukkulenten im Spiel sein. Uns interessiert hier in erster Linie der Spezialfall $\beta = \gamma$, der bei den Sproßvegetations punkten der Angiospermen annähernd erfüllt ist. Wir wollen denselben anhand der Abb. 4 noch näher betrachten.

Abb. 4 A ist der Medianschnitt einer jungen Blüte. Wir denken uns zunächst eine dünne Oberflächenschicht vom Kern getrennt und lassen Oberfläche und Volumen auf das Doppelte anwachsen. Zu einer Verdoppelung der Flächen gehört eine

Zunahme der Längen um das 1,41fache [$1{,}41 = \sqrt[2]{2}$]. Zu einer Verdoppelung des Volumens gehört eine Zunahme der Längen um das 1,26fache [$1{,}26 = \sqrt[3]{2}$]. So entstehen aus Abb. A die beiden ähnlichen Umrißlinien in Abb. B. Soll dasselbe Wachstum erfolgen ohne Lostrennung der Oberflächenschicht, so müssen sich Oberfläche und Kern aneinander anpassen. Die Oberfläche muß sich falten; der Kern muß sich entsprechend umformen. Die punktierte Linie in B veranschaulicht die Möglichkeit einer solchen Anpassung.

In Abb. C ist diese Anpassungsform stärker hervorgehoben, in Abb. C bis F, ist die ganze Konstruktion noch einmal wiederholt.

Die gegenseitige Anpassung zwischen Oberflächenschicht und Kern muß notwendigerweise im Sinne einer zunehmenden Gliederung der Form erfolgen. Von den vielen Möglichkeiten, welche alle in gleicher Weise den gestellten Bedingungen genügen, wurde willkürlich diejenige herausgegriffen, welche beim Formwechsel des Blütenvegetationspunktes von *Lathyrus* tatsächlich verwirklicht wird.

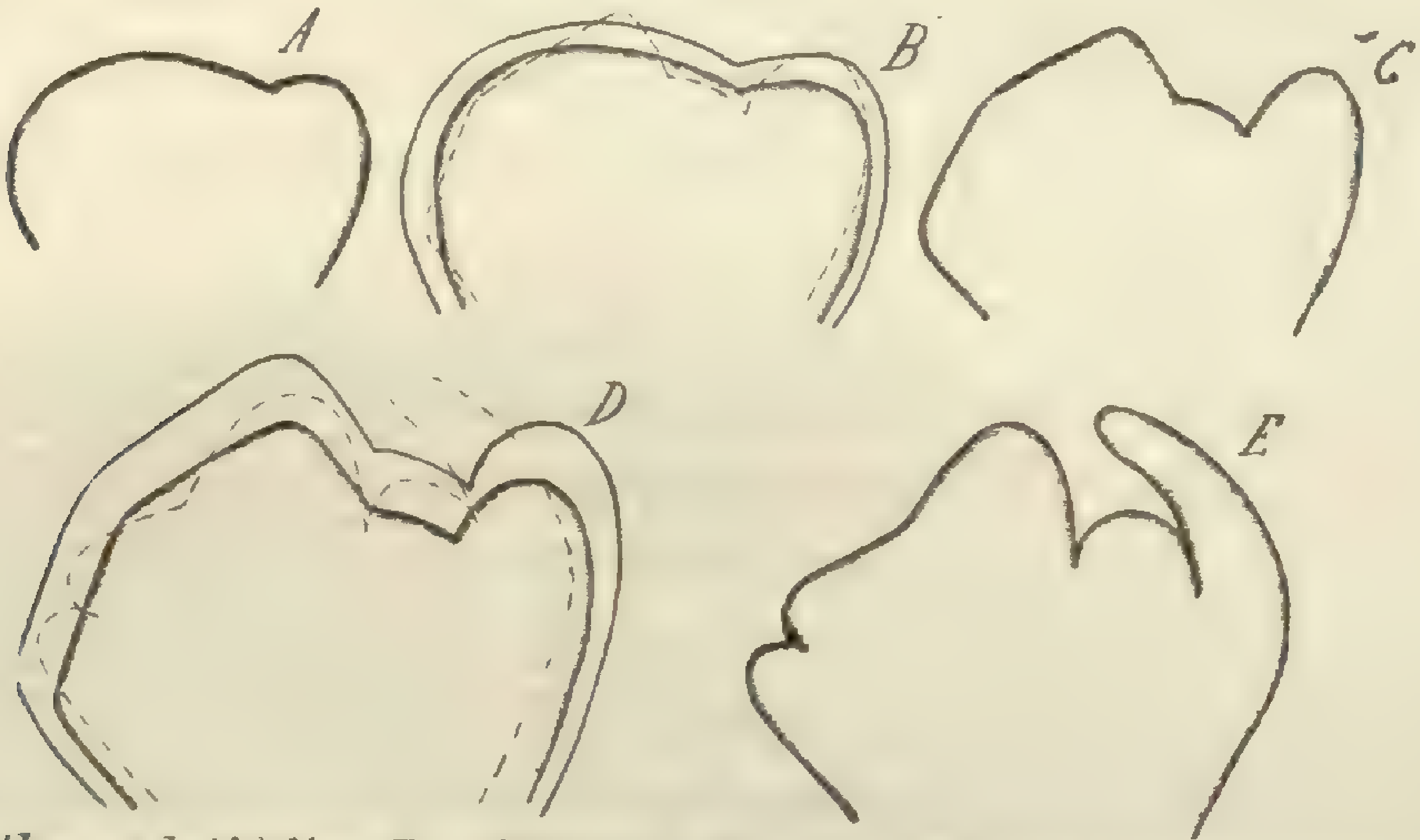


Abb. 4. *Lathyrus latifolius L.* Schema für den Formwechsel des Bültenbodens. Erklärung im Text. 100 : 1.

Diese Willkür wurde notwendig, weil wir von den vielerlei Bedingungen, von welchen der Formwechsel abhängt, nur eine einzige herausgegriffen und theoretisch verwertet haben. Weitere Bedingungen sind: Die Dicke der sich faltenden Oberflächenschicht [vergl. Abb. 3 Seite 850], die Festigkeitseigenschaften der Zellen, die Reizwirkungen, welche Zug- und Druckspannungen auf die Zellen ausüben usw. Es fehlt aber zurzeit das Tatsachenmaterial, um die Theorie unter Berücksichtigung dieser Punkte im einzelnen genauer durchzuführen.

Die mathematische Betrachtung klärt den Zusammenhang auf, der zwischen Oberflächenwachstum, Volumenwachstum- und Formwechsel notwendigerweise bestehen muß. Sie kann aber nicht entscheiden, ob Oberflächen- und Volumenwachstum das Primäre sind, aus dem der Formwechsel sich ableitet, oder ob umgekehrt der Formwechsel aus anderen Gründen erfolgt und das Verhältnis zwischen Oberflächenwachstum und Volumenwachstum bloß nebenbei mitbestimmt. Diese Frage muß durch rein botanische Betrachtungen entschieden werden.

5. Theorie des Vegetationspunktes.

KLEBS hat die Resultate der experimentellen Morphologie in ausgezeichneter Weise theoretisch verarbeitet. Ich möchte versuchen seine Formulierung auch für die entwicklungsgeschichtliche Forschung zu verwerten.

Die Formen der fertigen Organe sind zunächst die Resultate aller Entwicklungsvorgänge, die sich an ihnen abgespielt haben. Jeder einzelne Entwicklungsvorgang, z. B. die Zellteilung, die Faltung der Oberflächenschichten usw., ist abhängig von dreierlei Faktoren, von der spezifischen Struktur [oder der genotypischen Grundlage der Vererbungsforscher], von den inneren Bedingungen und den äußeren Bedingungen. In bezug auf die Abgrenzung der inneren und äußeren Bedingungen erinnere ich daran, daß dasjenige, was für die ganze Pflanze als innere Bedingung erscheint, für die Einzelzelle äußere Bedingung sein kann.

Die Vererbungs- und Regenerationserscheinungen zeigen, daß die gesamten Reaktionsfähigkeiten, die eine Pflanze zeigt, schon in der Einzelzelle vorhanden sind. Besonders wichtig ist dabei die Fähigkeit der Zellen, nach der Teilung im Zusammenhang zu bleiben, einen Zellenstaat zu erzeugen. Im Zellenstaat zeigen sich aber Entwicklungsmöglichkeiten, die der isolierten Einzelzelle völlig fremd sind. Auch der Formwechsel des Vegetationspunktes bei den Angiospermen ist nur als Leistung eines Zellenstaates verständlich.

Chemische Bedingungen im Vegetationspunkt. Über diese ist nur zu sagen, daß sie in allen Zellen sehr gleichmäßig sein müssen. Dies wird wohl dadurch ermöglicht, daß der Vegetationspunkt sich nicht selber ernähren muß, sondern ganz von zugeleiteten Assimilaten und Nährsalzen lebt.

Reaktionsfähigkeit der Meristemzellen gegenüber dem Oberflächenreiz.

Die wichtigste Bedingung für die Wachstums- und Vermehrungsrichtung der Meristemzellen ist ihre Lage zur Oberfläche des Vegetationspunktes. Durch eine — ihrer Natur nach unbekannte — Reizwirkung werden die Teilungsspindeln in der Nähe der Oberfläche parallel zu derselben eingestellt.

Die nächste Folge davon ist die Schichtenbildung. Die Gesamtheit der Oberflächenzellen, das Dermatogen, ist eine Schicht mit ausschließlichem Flächenwachstum. Ihm gegenüber steht das Plerom als ein Kern, der ohne Formveränderung zu wachsen strebt. Das Periblem nimmt eine Mittelstellung ein. Das Wachstum von Oberflächenschicht und Kern passen nicht zusammen: das Oberflächenwachstum überwiegt.

Der Zusammenhang der Teile führt zu Gewebespannungen, und zwar zu tangentialen Druckspannungen in den Oberflächenschichten und radialen Zugspannungen zwischen Oberfläche und Kern. Diese Spannungen vermitteln die gegenseitige Anpassung der Teile; sie regulieren den Formwechsel.

Reaktionsfähigkeit der Meristenzellen gegenüber mechanischen Spannungen.

Zug und Druck bewirken zunächst rein mechanisch Deformation und Verschiebung der Zellen. Die Spannungen führen zur Faltung der gesamten Oberflächenschicht und zur entsprechenden Deformation ihrer einzelnen Abschnitte (Abb. 3 Seite 3). Dazu kommt noch eine Reizwirkung. Zug fördert, Druck hemmt das Wachstum und die Vermehrung der Zellen in seiner Richtung. Doch ist diese Reizwirkung derjenigen des Oberflächenreizes untergeordnet.[1])

Durch seinen Formwechsel gliedert sich der Vegetationspunkt in eine Anzahl von Höckern, die Anlagen der einzelnen Blütenorgane. Das meristematische Gewebe, mit dessen Verhalten wir uns ausschließlich beschäftigt haben, wird von seinen Randpartien her allmählich in Streckungsgewebe umgewandelt.[2]) Es zerfällt dabei in einzelne Gruppen, welche in den Anlagehöckern übrig bleiben und verschwindet schließlich ganz. Mit der Veränderung der Gewebestruktur schlägt auch die Formbildung andere Wege ein.

Faltung scheint bei der Umwandlung des Blütengrundes noch einmal eine wichtige Rolle zu spielen. Dort „überwiegt“ das

---

1) Vergleiche SCHÜEPP 1916 p. 64 - 68.

2) Vergleiche SCHÜEPP 1916 p. 73—75.

Wachstum der inneren Dermatogenteile dasjenige der übrigen Gewebe. (Abb. 2 und Tafel XXV Fig. F bis K).

Für einmal muß es uns genügen, daß wir einen der wichtigsten Vorgänge der Formbildung auf einfache Reaktionsfähigkeiten der Zellen zurückführen können und daß wir dabei die Annahme praeexistierender Organanlagen ebensowohl entbehren können wie diejenige eines geheimnisvollen Bildungstriebes.

Literatur.

ASKENASY E. Über eine neue Methode, um die Verteilung der Wachstumsintesität in wachsenden Teilen zu bestimmen. Verh. naturhist. med. Ver. Heidelberg. N. F. II 1880 S. 70.

GIESENHAGEN K. Studien über die Zellteilung im Pflanzenreich. Ein Beitrag zur Entwicklungsmechanik vegetabilischer Gewebe. Stuttgart 1905.

HANSTEIN. Die Scheitelzellgruppe im Vegetationspunkt der Phanecogamen. Festschr. niederrhein. Ges. Natur- u. Heilkunde 1869.

KLEBS. Willkürliche Entwicklungsänderungen. Jena 1903.

SACHS J. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig 1882. (Kapitel 26, 27, 28)

SCHÜEPP O. Wachstum und Formwechsel des Sproßvegetationspunktes der Angiospermen. VM. Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXXII 1914 S. 328.

— – Untersuchungen über Wachstum und Formwechsel von Vegetationspunkten Jahrb. wiss. Bot. LVII 1916 S. 17—79.

Erklärung der Tafel.

400 : 1. *Lathyrus latifolius L.*

A Medianschnitt durch einen Blütenvegetationspunkt. Periblemschicht schraffiert. Bei A Spaltung des Periblems.

B Dasselbe, Späteres Stadium. Bei A, B, C, D und E Spaltung der Periblemschicht. K Kelch, Fa Fahne, St Staubgefäß, Fr Fruchtknoten.

C Dasselbe. Bei A ausnahmsweise Spaltung im Dermatogen. B, C, D und E nicht verdoppelte Stellen des Periblems.

D Dasselbe. Fahne und Fahnenstaubgefäß.

E Dasselbe.

F bis K Entstehung des Blütenbodens in der Grenzspalte zwischen einem episepalen Staubgefäß und dem Fruchtknoten. AB Blütenboden, BC Staubfaden.

80. O. Renner: Die tauben Samen der Önotheren.

(Eingegangen am 12. Dezember 1916.)

Herr Professor DE VRIES hat sich die Mühe gemacht[1]), meine hypothetische Deutung[2]) der bei *Oenothera Lamarckiana* und anderen Formen der Gattung vorkommenden tauben Samen an sehr umfangreichem Material zu prüfen, und ist dabei zu einer, wie es nach seinen Protokollen den Anschein hat, gut begründeten Ablehnung meiner Annahme gekommen. In den letzten drei Jahren habe ich selber Oenotheren gezüchtet, während ich zur Zeit meiner genannten Publikation nur die drei Hauptarten, aber keinen Bastard aus eigener Anschauung kannte, und die seinerzeit aus spärlichem Material abgeleitete Vorstellung hat sich dabei durchaus bewährt. Die ausführliche Mitteilung meiner Ergebnisse ist fast fertig geschrieben, der völlige Abschluß kann aber jeden Tag verhindert werden, weil ich Soldat bin, und deshalb möchte ich die Punkte, die von der DE VRIESschen Veröffentlichung berührt werden, kurz behandeln.

Die Eigentümlichkeit der *O. Lamarckiana*, bei Kreuzung mit anderen Arten in der ersten Generation eine zweiförmige Nachkommenschaft, „Zwillingsbastarde“, zu erzeugen, beruht nach meiner früher begründeten Annahme darauf, daß *O. Lamarckiana* im Pollen wie in den Samenanlagen zweierlei Keimzelltypen bildet. Ich nenne den haploiden Faktorenkomplex, der den *laeta*- und den *densa*-Typus hervorruft, jetzt *gaudens*, den anderen, der für die Bildung des *velutina*- und des *laxa*-Typus verantwortlich zu machen ist, *velans*. Bei Selbstbestäubung der *O. Lamarckiana* entwickeln sich nur die heterozygotischen Kombinationen *gaudens* ♀ · *velans* ♂ und *velans* ♀ · *gaudens* ♂ zu lebensfähigen Individuen, während die Homozygoten *gaudens* · *gaudens* und *velans* · *velans* in Form tauber Samen mit frühzeitig gehemmten Embryonen zur Erscheinung kommen. Bei gleicher Häufigkeit der beiderlei Keimzellen müssen gesunde und taube Samen in gleicher Zahl auftreten, was die DE VRIESschen Zählungen ebenso wie meine eigenen im allgemeinen bestätigen.

---

[1]) DE VRIES, Gute, harte und leere Samen von *Oenothera*. Zeitschrift für indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre, 1916, Bd. 16, S. 239.

[2]) O. RENNER, Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera Lamarckiana* und einigen verwandten Arten. Flora 1914, Bd. 107, S. 115.

Die Hypothese läßt sich prüfen an folgenden Forderungen, die sich aus ihr ergeben: 1. Wenn *O. Lamarckiana* ♀ durch den Pollen einer anderen Art in das Bastardpaar *laeta* und *velutina* gespalten wird, müssen die Samen alle gesund sein, es darf nicht die Hälfte der Samen taub ausfallen. 2. Die Umkehrung: Wenn *O. Lamarckiana* ♀ mit dem Pollen einer anderen Art lauter gesunde Samen gibt, muß die Nachkommenschaft mindestens zweiförmig sein. 3. Wenn *O. Lamarckiana* ♀ mit dem Pollen einer anderen Art einen einzigen Bastardtypus gibt, muß etwa die Hälfte der Samen taub sein, falls die durch den Pollen anderer Arten hervorgerufenen Zwillinge *laeta* und *velutina* in gleichen Zahlen auftreten. 4. Wenn eine Art mit dem Pollen der *O. Lamarckiana* die Zwillinge *laeta* und *velutina* oder *densa* und *laxa* erzeugt, darf das Zahlenverhältnis zwischen gesunden und tauben Samen bei dieser Kreuzung nicht anders ausfallen als bei Selbstbestäubung. 5. Aus den in den Zwillingsbastarden getrennten Komplexen *gaudens* und *velans* muß sich durch Kreuzung der Bastarde die *O. Lamarckiana* wieder zusammensetzen lassen.

Zu 1. DE VRIES teilt mit (1916 S. 265) daß die Früchte der *O. Lamarckiana* nach der Kreuzung mit *O. Cockerelli, O. Hookeri, O.* von *North Town Junction* — sämtliche Kreuzungen liefern die Zwillinge *laeta* und *velutina* — meist weit über 90 % gesunde Samen enthalten. 100 % keimhaltiger Samen treten überhaupt nie auf, die Forderung 1 kann also als erfüllt gelten.

Zu 2. Bei Bestäubung mit dem Pollen von *O. atrovirens* und von *O. muricata* (*syrticola*) bildet *O. Lamarckiana* 93 bzw. 99 %, also praktisch wieder lauter gesunde Samen. (DE VRIES 1916, S. 266). Für *O. muricata* kann ich das Ergebnis nach meiner eigenen Erfahrung an der italienischen Rasse bestätigen. Aus den beiden Kreuzungen entwickelt sich je ein einziger lebensfähiger Bastardtypus, eine *gracilis*. DE VRIES gibt aber an, daß zahlreiche Keimlinge mit mangelhaftem Chlorophyllgehalt absterben. Er glaubt, es handle sich hier um hohe fluktuierende Variabilität bei allgemeiner Schwäche der betreffenden Bastarde[1]). Ich selber kann bei meinem *muricata*-Material in aller Schärfe zwei Typen unterscheiden: grüne, zwar ziemlich schwache und langsam wachsende, aber immer voll entwicklungsfähige Keimlinge, die den von DE VRIES *gracilis* genannten Typus liefern, und vollkommen chlorophyllfreie, die nach normaler Wurzelbildung die rein weißen Kotyledonen entfalten, ohne sie zu vergrößern, und die nach wenigen Tagen zugrunde

---

1) DE VRIES, „Gruppenweise Artbildung", Berlin 1913, S. 163.

gehen. Daß sorgfältige Prüfung der Materialien von DE VRIES diese Zweiförmigkeit ebenfalls an den Tag bringen wird, ist mir nicht im geringsten zweifelhaft.

DE VRIES steht bei der Beschreibung der hier vorliegenden Erscheinungen vielleicht unter dem Eindruck der Beobachtungen, die er bei der Kreuzung von *O. Cockerelli, Hookeri* und *biennis*-Chicago mit *atrovirens* ♂ und *muricata* ♂ macht. Hier sind die Keimlinge „fast nur gelb“1) und die Unterschiede zwischen den Individuen müssen — von Mutanten und „metaklinen“ Bastarden (DE VRIES 1913 S. 308) abgesehen — der Ausdruck fluktuierender Variation sein, weil die betreffenden als Mütter verwendeten Arten zur Hauptsache nur einen einzigen Typus von Eizellen besitzen. Die Zahl der voll entwickelten Embryonen ist fast 100 $^0/_0$ (DE VRIES 1916 S. 251), die Variabilität geht also nicht so weit, daß die Embryonen durch die im späteren Verlauf der Entwicklung ans Licht tretende Unverträglichkeit der mütterlichen und der väterlichen Anlagen teilweise schon sehr früh im Wachstum gestört werden. DE VRIES gibt selber zu, daß die „Schwächung der Keime“ nicht „mit einer Abnahme ihrer Anzahl verbunden ist“ (S. 251).

Zu 3. Die Kreuzung *O. Lamarckiana* × *biennis* liefert in den Versuchen von DE VRIES wie in den meinigen einen zweifellos einförmigen Bastard, den ich *fallax* nenne. Neben den gesunden *fallax*-Samen habe ich früher bei einem *Lamarckiana*-Material unbekannter Herkunft und ebenso bei der weißnervigen Rasse von HERIBERT-NILSSON ziemlich genau gleich viele taube Samen erhalten. Die *fallax* halte ich für eine *velans*-Verbindung, die tauben Samen stellen die *gaudens*-Verbindung dar, die nicht lebensfähig ist. DE VRIES findet, wenn er seine Rasse von *O. Lamarckiana* mit dem Pollen von *O. biennis* bestäubt, die gesunden Samen zu 92, 92, 89, 76, 72, 79, 69 $^0/_0$; ich selber habe bei seiner Rasse denselben Gehalt ge-

---

1) 1916, S. 251. Auf derselben Seite heißt es noch einmal: „ . . . sind die Keimlinge fast alle oder doch zum weitaus größten Teil gelb und dadurch zu schwach, um sich weiter zu entwickeln“. Bis zum Jahr 1913 hatte aber DE VRIES, wie es scheint, noch nicht einen einzigen Keimling gesehen, der sich zur vollen Entwicklung bringen ließ. In „Gruppenweise Abbildung“ lesen wir S. 76: „Gelbe, früh absterbende Keimlinge lieferten mir *O. Hookeri* × *cruciata* (= *atrovirens*) und *O. Cockerelli* × *cruciata*; grüne Schwächlinge dagegen *O. biennis*-Chicago × *cruciata* S. 163: „So gaben *O. biennis*-Chicago, *O. Hookeri* und *O. Cockerelli* nach der Befruchtung mit *O. muricata* nur gelbe, bald sterbende Keimlinge“; derselbe Befund S. 79. Diese Angaben machen es doch sehr wahrscheinlich, daß hier überall die Nachkommenschaft recht gleichförmig ist im Gegensatz zu den weit verschiedenen Keimlingstypen etwa in der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *muricata*.

zählt, 79 %. Das Ergebnis kann durch die Annahme erklärt werden, daß die fragliche Rasse etwa 80 % *velans*-Samenanlagen und nur 20 % taugliche *gaudens*-Samenanlagen erzeugt. Die Probe ist leicht zu machen durch Feststellung des Zahlenverhältnisses, in dem aus anderen Kreuzungen der *O. Lamarckiana* ♀ die Zwillinge hervorgehen; die *velutina* müßte viel zahlreicher sein als die *laeta*. Man schlage DE VRIES, Gruppenweise Artbildung, nach und findet diese Erwartung bestätigt (S. 118, 119, 124):

	% *Laeta*	% *Velutina*
O. Lamarckiana × *Cockerelli*	7, 15	93, 85
„ × *Hookeri*	11, 11, 41, 34	89, 89, 59, 66
„ × *strigosa*	6, 13	94, 70
„ × *biennis*-Chicago	3, 15, 12, 13, 29	97, 85, 88, 87, 71.

Bei Selbstbestäubung muß trotz der verschiedenen Häufigkeit der beiden Eizelltypen doch das Verhältnis zwischen gesunden und tauben Samen wie 1 : 1 werden, wenn nur im Pollen beide Typen gleich zahlreich vertreten sind; es bilden sich eben 50 % *Lamarckiana*-Samen aus 10 % *gaudens·velans* und 90 % *velans·gaudens*, und ebenso 50 % taube Samen aus 10 % *gaudens·gaudens* und 40 % *velans·velans*.

DE VRIES gibt für den immerhin geringen Prozentsatz gesunder Samen in der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *biennis* eine andere Erklärung. Er sagt, der Bastard sei „im Verhältnis zu beiden Eltern schwach", was ich übrigens für mein Material nicht bestätigen kann, und glaubt, es handle sich um „einen annähernd vollen, aber durch die Kreuzung bedeutend geschwächten Keimgehalt" (S. 273). Diesem Argument stelle ich den Befund von DE VRIES entgegen, daß in den Kreuzungen von *O. Hookeri* usw. mit *muricata* ♂ der Keimgehalt so voll ist wie nur irgendwo, trotzdem die betreffenden Bastarde immer in frühester Jugend absterben (vergleiche unter 2).

Zu 4. Die Kreuzungen von *O. biennis, muricata, biennis*-Chicago mit *Lamarckiana* ♂ geben ebensoviele keimhaltige Samen wie bei Selbstbestäubung, um 90 % herum (DE VRIES 1916, S. 266). Dieselben Samenanlagen, die bei Bestäubung mit dem arteigenen Pollen den einförmigen Arttypus reproduzieren, liefern jetzt *laeta* oder *velutina*, je nachdem ein *gaudens*- oder ein *velans*-Pollenschlauch die Befruchtung vollzieht, aber weil beide Bastardtypen gleich lebensfähig sind, besteht kein Anlaß für die Entstehung tauber Samen.

Zu 5. Die wichtigste Probe auf die Richtigkeit meiner Deutung der *laeta-velutina*-Spaltung ist natürlich der Versuch, aus den beiden getrennten Komplexen die Kombination *gaudens·velans* bzw. *velans·gaudens* herzustellen, die, falls meine Vermutung den Sachverhalt trifft, mit *O. Lamarckiana* identisch sein muß. Tatsächlich haben mir die beiden Kreuzungen zwischen *O. (biennis × Lamarckiana) laeta* und *O. (biennis × Lamarckiana) velutina* zur Hauptsache *O. Lamarckiana* geliefert. Daneben tritt noch *laeta* auf, wenn dieser Zwilling als Vater verwendet wird, und *velutina* bei der reziproken Kreuzung zu der *velutina* den Pollen hergibt. DE VRIES findet als Ergebnis der Kreuzung, *velutina × laeta* nur *laeta*, als Resultat der Kreuzung *laeta × velutina* beide Zwillingsformen, aber die auftretende *laeta* soll häufig mehr der *O. Lamarckiana* ähnlich sein (Gruppenw. Artb. S. 142, 143). Sein Befund ist also augenscheinlich der gleiche wie in meinen Kulturen, aber die Deutung die er gibt ist nicht richtig. DE VRIES hat bei der Kreuzung *velutina × laeta* die auftretende *Lamarckiana* mit der *laeta* zusammengeworfen, und bei der Kreuzung *laeta × velutina* hat er die *Lamarckiana* als *laeta* angesprochen. Die beiden Formen können aber gar nicht miteinander verwechselt werden, wenn man auf die Anthokyanbildung achtet. *O. Lamarckiana* hat in den kleinen Parenchympolstern, die als Sockel der stärkeren Borstenhaare am Stengel und an den Fruchtknoten entwickelt sind, viel rotes Anthokyan, so daß die betr. Organe fein rot getupft erscheinen, und außerdem sind auch die Kelchzipfel und die jungen Früchte mit rotbraunen — bei der DE VRIESschen Rasse schwächeren, bei der HERIBERT-NILSSONschen, auch der weißnervigen Form, stärkeren — Streifen gezeichnet. Beide Merkmale gehen in der Kreuzung mit *biennis* ♀ nur auf die *velutina*, nicht auf die *laeta* über — sie gehören also dem *velans*-Komplex an und fehlen dem *gaudens*-Komplex — und lassen deshalb die *O. Lamarckiana* von dem Bastard *O. (biennis × Lamarck.) laeta* mit absoluter Sicherheit unterscheiden.

Die Anthokyanbildung in den Haarpolstern und an den Kelchen und Früchten hat der Bastard *O. (Lamarckiana × biennis) fallax* mit der *O. (biennis × Lam.) velutina* gemein, er erweist sich somit als von seiten der *O. Lamarckiana* mit der *velutina* gleichwertig, als *velans*-Verbindung, wie ich schon früher nach den Beschreibungen angenommen habe. Daß *velutina* und *fallax* trotzdem weit verschieden sind, rührt von der Heterogamie der *O. biennis* her. Sie werden von seiten der *O. biennis* eben ganz verschieden begabt, je nachdem diese Art zur Kreuzung den Pollen oder die Eizellen beisteuert. Die entscheidende Probe ist leicht zu machen durch die Kreuzung *O. biennis × O. (Lamarckiana × biennis) fallax*, in der *biennis*-Eizellen mit *velans*-Pollen verbunden werden. Das Resultat ist zur Hauptsache typische *velutina*, wie erwartet, daneben treten *biennis* und noch andere Formen auf, aber keine *laeta.* Damit ist wohl unwiderleglich dargetan, daß die *fallax* ein „verwaister Zwilling“ ist und daß die *O. Lamarckiana* nicht bloß spaltbar ist, sondern tatsächlich in jeder Kreuzung gespalten wird.

Daß „*Laeta* × *Velutina* einen einförmigen Bastard geben müßte“ (DE VRIES 1916, S. 281), habe ich nicht behauptet. Meine Hypothese fordert nur, daß die *Lamarckiana*-Anteile der Zwillinge *laeta* und *velutina* — ich habe diese Anteile früher als *L* und *l* bezeichnet und jetzt *gaudens* und *velans* genannt — miteinander die *Lamarckiana* rekonstruieren. Der *biennis*-Anteil, der in jedem der Zwillinge steckt, kann sich bei der Kreuzung ebensogut bemerkbar machen, und tatsächlich tritt dieser *biennis*-Anteil wieder als *laeta* bzw. als *velutina* in die Erscheinung, je nachdem der zur Bestäubung verwendete Pollen den Typus *gaudens* repräsentiert (das ist der Fall, wenn *laeta* Vater ist), oder den Typus *velans* (wenn der *velutina*-Pollen die Befruchtung ausführt). Die Kreuzung der beiden Zwillinge zeigt noch etwas Wichtiges, nämlich daß die im Bastard verbundenen, von zwei Arten stammenden Faktorenkomplexe sich in der Hauptsache bei der Keimzellbildung des Bastardes ebenso glatt von einander trennen wie es die beiden Komplexe in der *O. Lamarckiana* tun.

Weshalb die homozygotischen Kombinationen *gaudens·gaudens* und *velans·velans* (keineswegs *Laeta* × *Laeta* und *Velutina* × *Velutina*, wie DE VRIES 1916 S. 281 schreibt) existenzunfähig sind, kann ich auch heute noch nicht angeben; ein Wort nach Analogie der von meinem verehrten Opponenten angenommenen „semiletalen Eigenschaft“ (1916 S. 264) möchte ich nicht als Ersatz für eine Erklärung prägen.

DE VRIES beobachtet selber, daß bei selbstbestäubter *O. Lamarckiana* zwei einigermaßen unterscheidbare Typen tauber Samen vorkommen, nämlich solche mit ganz winzigen, aus wenigen Zellen bestehenden Embryonen und andere mit beträchtlich größeren, vielzelligen Keimkugeln. Er nimmt an, nur die Samen der ersten Gruppe seien „erblich taub“, dagegen sollen „die kugeligen Embryonen der fluktuierenden Variabilität der normalen Samen angehören“ (S. 280). Vorausgesetzt, daß diese Unterscheidung das Wesen der Erscheinung trifft, so kann ich doch den Schluß nicht für zwingend halten, daß das Vorkommen eines einzigen Typus von „erblich tauben“ Samen gegen die Existenz von zwei verschiedenen lebensunfähigen Homozygoten spreche. Die Kombinationen *gaudens·gaudens* und *velans·velans* können ja ganz gut auf dem gleichen Stadium und unter denselben Störungserscheinungen gehemmt werden. Weiter kann ich aber die Überzeugung von DE VRIES nicht teilen, daß alle Embryonen, die es bis zum Zustand der vielzelligen Keimkugel bringen, durch zufällige Ernährungsstörungen in der Entwicklung aufgehalten werden und als Repräsentanten lebensfähiger Kombinationen anzusehen sind. Die tauben Samen der *O. suaveolens* sind fast alle ebenso groß wie die gesunden und enthalten einen ganz ansehnlichen Embryo, was DE VRIES allerdings noch nicht gesehen hat. DE VRIES ist aber ebenso wie ich davon überzeugt, daß diese Samen von *O. suaveolens* aus inneren Gründen, nicht durch individuelle Zufälligkeiten steril werden. Wenn die Hemmung der Entwicklung spät eintritt, kann man nach meinen Erfahrungen einem Embryo nicht ansehen, ob er zufällig verhungert (ich glaube wie DE VRIES, daß das vorkommt) oder genotypisch ungünstig konstituiert ist. Im extremsten Fall bildet sich ja eine Zygote, die eine nicht lebensfähige Kombination darstellt, zu einem anscheinend vollkommen normalen Embryo aus, der sogar zu keimen vermag, dann aber früher oder später abstirbt, wie der eine Typus der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *muricata* (vgl. oben S. 859). — Die Frage, ob die *gaudens·gaudens*- und die *velans·velans*- Samen sich unterscheiden lassen, habe ich nicht weiter verfolgt, ich halte es aber nicht für unmöglich. Dagegen wird jeder, der die kranken Embryonen und Endosperme in den klein bleibenden Samen gesehen hat, überzeugt sein, daß es sich hier immer um tief liegende, im vererbten Wesen begründete Störungen handelt. In diesem Punkt befinde ich mich wieder nicht in Übereinstimmung mit meinem verehrten Gegner. Er glaubt, die tauben Samen, die ich in der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *biennis* neben den gesunden fand, seien zufällig zurückgeblieben (1916 S. 267). Als Beleg dafür spricht er die von mir hervorgehobene Ähnlichkeit des zytologischen Bildes der kranken Embryonen und Endosperme mit den in der Kreuzung *O. muricata*-Venedig × *biennis* beobachteten Erscheinungen an. Ich habe aber noch keinen gesunden Samen von *O. muricata* × *biennis* gesehen, die beiden Arten lassen sich also aus genotypischen Gründen in dieser Richtung nicht mit Erfolg kreuzen. Die Ähnlichkeit der Hälfte der Embryonen der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *biennis* mit den Embryonen der Kreuzung *O. muricata* × *biennis* war mir ein Hinweis darauf, daß in der *O. Lamarckiana* zwei „Arten“ stecken, von der die eine mit *O. biennis* ♂ mit Erfolg gekreuzt wird und die andere ohne Erfolg. Meine seitherigen Erfahrungen haben immer wieder bestätigt: es gibt keine Kreuzung der O. *Lamar-*

ckiana mit einer anderen Art, sondern es gibt nur Kreuzungen der Komplexe *gaudens* und *velans* mit anderen Arten.

Die Erkenntnis der Heterozygotie der *O. Lamarckiana* zwingt dazu auch die aus der Stammform hervorgegangenen Mutanten auf den Zustand der beiden unterschiedenen Komplexe hin zu prüfen. Die *O. Lamarckiana-rubrinervis* besitzt, wie meine Züchtungen gezeigt haben, statt des *gaudens*-Komplexes einen *velans*-ähnlichen Komplex, sie ist *velans · subvelans.* Sie gibt nämlich in der Kreuzung *biennis* × *rubrinervis* eine gewöhnliche *velutina* und einen zweiten mehr der *velutina* als der *laeta* ähnlichen Typus — er ist z. B. rot getupft — den ich *subvelutina* nenne, statt *laeta* wie DE VRIES. Die reziproke Kreuzung *O. rubrinervis* × *biennis* soll nach DE VRIES[1]) einen einzigen *fallax*-Typus liefern (vgl. oben), Ich habe die Samen der *O. rubrinervis* nach der Bestäubung mit *biennis*-Pollen alle gesund gefunden, während sie bei Selbstbestäubung zu etwa 40 % taub sind[2]), und deshalb zweiförmige Nachkommenschaft erwartet. Das ist auch eingetroffen. Die Zwillinge, die ich *fallax* und *subfallax* nenne, unterscheiden sich ähnlich wenig voneinander wie die beiden *velutina*-Typen der reziproken Kreuzung. Daß der *subvelans*-Komplex seine Entstehung einem Faktorenaustausch zwischen den Komplexen *velans* und *gaudens* verdankt, liegt recht nahe, und auf analoge Weise werden wohl auch andere Mutationen zustande kommen.

Über den Zwerg *O. Lamarckiana-nanella* läßt sich dem umfangreichen Züchtungsmaterial von DE VRIES so viel entnehmen, daß der Zwergcharakter dem *velans*-Komplex zukommt und nicht auf *gaudens* übergeht[3]), aber über die hohe Statur von *gaudens* dominiert. Der Zwerg hat also die Formel *gaudens · nanovelans*. Gegenüber den Komplexen anderer Arten ist das Zwergmerkmal rezessiv, der Zwergfaktor geht aber auf die betreffenden Komplexe über, kann also homozygotisch verwirklicht werden. Solche Bastarde sind in F_1 gleichförmig, von hoher Statur, und spalten in F_2 homozygotische Zwerge ab.

Verschiedene Eigentümlichkeiten im züchterischen Verhalten der *O. Lamarckiana-gigas* lassen sich erklären durch die Annahme, daß die diploiden Keimzellen der *gigas* die Konstitution *gaudens*

---

1) „Gruppenweise Artbilduug", S. 194.

2) DE VRIES findet dasselbe Verhältnis, führt die *rubrinervis* aber unter den Mutanten mit hohem Keimgehalt auf, 1916 S. 262.

3) Gewisse Angaben von DE VRIES über eine „Assoziation der Zwergmerkmale mit der *Laeta*" (1913 z. B. S. 222) beruhen wahrscheinlich auf einer nicht ganz richtigen Deutung gewisser Bastardformen.

+ *velans* haben. Das Ausbleiben der Zwillingspaltung z. B. in der Kreuzung *O. biennis* × *gigas* ist dann ebenso verständlich wie die Zwitterigkeit der apospor erzeugten diploiden Gametophyten von Moosen, die im haploiden Zustand diöcisch sind. Die Bastarde aus der *gigas* wären so die einzigen wirklichen *Lamarckiana*-Bastarde in denen beide Konstituenten der *O. Lamarckiana* vertreten sind statt eines einzigen Komplexes.

Die von DE VRIES entdeckte Heterogamie der *O. muricata* und anderer Arten erweist sich durch meine Erfahrungen nur als ein Spezialfall der Heterogametie oder Heterozygotie mit isogam sich verhaltenden Komplexen, wie wir sie bei *O. Lamarckiana* finden. Auch *O. muricata* besteht aus zwei Faktorenkomplexen, von denen aber der eine nur im Pollen, der andere nur in den Eizellen aktiv ist. Ich nenne den ersten *curvans*, weil er bei Kreuzung mit anderen Arten die nickenden Sproßgipfel der *O. muricata* vererbt, den anderen *rigens*, weil er aufrechte Stengel vererbt. Homozygoten kommen überhaupt nicht zur Bildung, das Fehlen tauber Samen bei Selbstbestäubung ist deshalb hier wie bei anderen heterogamen Arten leicht zu verstehen. Die Formel der Art ist, wenn wir auch gleich die Geschlechtsbegrenzung zum Ausdruck bringen, *rigens* ♀ · *curvans* ♂. Die isogame *O. Lamarckiana* können wir jetzt entsprechend *gaudens* ♀♂ · *velans* ♀♂ schreiben.

O. biennis ist bei DE VRIES ebenfalls streng heterogam. Die Eizellen vererben z. B. in der Kreuzung *O. biennis* × *Lamarckiana* weiße Nerven, trotzdem *biennis* selber rotnervig ist, denn die Zwillinge *laeta* und *velutina* sind beide weißnervig; ich nenne den fraglichen Komplex *albicans*. Der Pollen vererbt die roten Nerven der *biennis* z. B. auf die *O. (Lamarckiana* × *biennis) fallax*, er mag deshalb *rubens* heißen. Bei meiner *biennis*-Rasse kommen nun aber auch *rubens*-Eizellen vor, wenn auch in geringer Zahl, denn die Kreuzung *O. biennis* × *Lamarckiana* bringt mir immer Drillinge, nämlich weißnervige *laeta*, weißnervige *velutina*, rotnervige *fallax*. Die vierte mögliche Kombination *rubens* · *gaudens* ist ebenso wie in der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *biennis* nur durch taube Samen vertreten. Diese *O. (biennis* × *Lamarckiana) fallax* ist mit der auf reziprochem Weg gewonnenen, DE VRIES bekannten *fallax* im ganzen züchterischen Verhalten identisch. Meine Rasse der *O. biennis* ist demnach halbheterogam, ihre Formel ist *albicans* ♀ · *rubens* ♀♂. Die tauben Samen sind bei ihr viel zahlreicher als bei der holländischen Rasse.

O. suaveolens gibt bei Selbstbestäubung etwa 30% keimhaltiger Samen (DE VRIES 1916 S. 275; bei mir ähnlich), ist also derselben

Art von Heterogametie verdächtig wie *O. Lamarckiana.* Mit dem Pollen von *O. biennis* befruchtet erzeugt sie etwa 80 % gesunden Samen, bei DE VRIES sogar 93 % (1916 S. 376), es sind also Zwillinge zu erwarten, die auch schon bei der ersten Keimung sich differenzieren. Der eine ist grün und von der *O. biennis* nicht zu unterscheiden, der andere ist fast gelb, rotnervig, und bleibt zeitlebens schwach; ich nenne ihn *flava.* Die reziproke Kreuzung *O. biennis* × *suaveolens* gibt denselben gelben Bastard *flava* und einen grünen, den ich nicht von *suaveolens* unterscheiden kann. Ich erkläre das Kreuzungsergebnis so: Die *O. suaveolens* ist halb heterogam, wie meine *biennis.* Sie besitzt denselben Eizellenkomplex *albicans,* wie *biennis,* aber statt *rubens* hat sie im Pollen und in einem Teil der Samenanlagen einen anderen Komplex, *flavens.* Ihre Formel ist also *albicans* ♀ · *flavens* ♀♂, und der Bastard *flava* entsteht als *flavens·rubens* oder als *rubens·flavens.* — DE VRIES findet die Nachkommenschaft bei beiden Kreuzungen einförmig (S. 275/278). Vielleicht ist bei ihm der *flava*-Typus nicht entwicklungsfähig. Dieser kann zudem bei ihm nur in der Kreuzung *O. suaveolens* × *biennis* gebildet werden, weil die Amsterdamer *O. biennis* keine *rubens*-Eizellen hat.

Wenn *O. suaveolens* mit *O. biennis* gekreuzt Zwillinge liefert, muß sie bei Kreuzung mit *O. Lamarckiana* günstigenfalls Vierlinge geben, nämlich dann, wenn ihre beiderlei Eizelltypen von den beiden Pollentypen der *O. Lamarckiana* mit Erfolg befruchtet werden. Die reziproke Kreuzung *O. Lamarckiana* × *suaveolens* kann im besten Fall Zwillinge zuwege bringen, weil der Pollen der *O. suaveolens* einheitlich *flavens* ist. Beide Erwartungen sind bestätigt; dazu gehört natürlich, was kaum hervorgehoben zu werden braucht, daß sowohl bei *O. Lamarckiana* wie bei *O. suaveolens* fast sämtliche Samen keimfähig sind, wenn der Pollen der anderen Art zur Bestäubung verwendet wird (vgl. DE VRIES 1916 S. 277). Aus der Kreuzung *O. suaveolens* × *Lamarckiana* gehen hervor: Erstens ein Zwillingspaar *laeta* und *velutina,* das von dem aus *O. biennis* gewonnenen Paar sich nicht unterscheiden läßt, und an dem die *albicans*-Eizellen der *O. suaveolens* beteiligt sein müssen. Zweitens ein neues sehr stattliches Zwillingspaar, das deutliche Ähnlichkeit mit der schwachen *flava* aus *O. biennis* zeigt; die *suavilaeta* = *flavens · gaudens* ist wieder ungetupft und grünkelchig, die *suavi-velutina* = *flavens · velans* ist rot getupft und hat gestreifte Kelche. Bei der reziproken Kreuzung *O. Lamarckiana* × *suaveolens* entsteht nun das zweite Zwillingspaar aus dem *flavens*-Pollen. — DE VRIES findet die Nachkommenschaft der Kreuzung *O. Lamar-*

ckiana × *suaveolens* einförmig (S. 282) und die der reziproken Verbindung zweiförmig, als *laeta* und *velutina* unterscheidbar (S. 278); das Ergebnis ist mir unverständlich.

Über die mutmaßliche Konstitution der *O. grandiflora* möchte ich nicht reden, ohne die Art und ihre Bastarde gesehen zu haben. Schwer wäre es nicht, nach den Angaben von DE VRIES (1916) ihr Verhalten auf das Schema der Heterogametie zu bringen. Augenscheinlich ist die Mehrzahl der bis jetzt studierten *Oenothera*-Formen heterogametisch. — *O. Hookeri*, *Cockerelli* usw. scheinen homozygotisch zu sein —, und der oben ausgesprochene Satz läßt sich allgemein so fassen: es gibt keine Bastarde zwischen den heterogametischen *Oenothera*-Arten, sondern nur Verbindungen zwischen den haploiden Komplexen, die je zu zweien eine Art zusammensetzen.

Was die Beschaffenheit der von einem künstlich hergestellten, konstanten Bastard bei Selbstbestäubung erzeugten Samen betrifft, so ist darüber folgendes zu sagen: Wenn die vereinigten Komplexe sich beide heterogam verhalten, so kann der Bastard ebensoviele gesunde Samen bilden wie *O. biennis* und *muricata*. Sind beide Komplexe isogam oder ist nur einer heterogam, so wird der Bastard taube Samen neben den keimhaltigen produzieren. Nach meinen bisherigen Erfahrungen bleibt ein Komplex im allgemeinen im experimentell hergestellten Bastard heterogam, wenn er in der „Art“ heterogam war, und er bleibt isogam, wenn er sich vorher isogam verhielt. Dagegen besitzen die Bastarde der heterogamen Arten *O. biennis* und *muricata* 50 % taube Samen (vgl. DE VRIES 1916, S. 253), wie wenn die in ihnen enthaltenen Komplexe isogam geworden wären, was aber zu ihrem sonstigen züchterischen Verhalten nicht stimmt. — Von den Bastarden aus den isogamen Arten *O. Lamarckiana* und *Hookeri* hat der Zwilling *laeta* im Mittel 92 % guter Samen (DE VRIES 1916, S. 270). Das spricht aber noch nicht gegen isogames Verhalten der Komplexe im Bastard, weil die *laeta* nicht konstant ist, sondern „*velutina*“ abspaltet (Gruppenw. Artb. S. 131); in Wirklichkeit dürfte die abgespaltene Form dem einen Elter, der *O. Hookeri*, entsprechen. Auch der zugehörige Zwilling *velutina* hat noch 78,5 % keimhaltiger Samen und ist dabei konstant; hier wäre also die Möglichkeit der Heterogamie eher gegeben.

Meine neueren Kreuzungen sind fast sämtlich mit weißnervigen Stämmen der von HERIBERT-NILSSON isolierten Rasse von *O. Lamarckiana* ausgeführt worden, nur wenige (*O. Lamarckiana* × *biennis* und reziprok) mit der DE VRIESschen; das Ergebnis war bei Verwendung der beiden Rassen ganz gleich, bis auf gewisse Zahlenverhältnisse (vgl. oben S. 860). Wenn DE VRIES aber z. B. bei den Kreuzungen zwischen *O. Lamarckiana* und *suaveolens* andere Erfahrungen machte als ich, so mag das auf Verschiedenheiten zwischen der holländischen und der schwedischen *O. Lamarckiana* zurückzuführen sein; meine *O. suaveolens* verdanke ich der Güte von Herrn Professor DE VRIES. Daß die Entstehung der rotnervigen *Lamarckiana*-Stämme von HERIBERT-NILSSON auf eine Mutation zurückzuführen ist, wie DE VRIES meint (1916 S. 284), halte ich für weniger wahrscheinlich, als daß sie ihre Rotnervigkeit von einer Kreuzung mit *O. biennis* ♂ herleiten, wofür ich einige experimentelle Belege habe. Die Anlage für Rotnervigkeit gehört nämlich wie die Gene für Blütengröße, Griffellänge zu den Faktoren, die sich regelmäßig, nach Mendelschen Verhältnissen, von den im ganzen fest zusammenhängenden Komplexen losreißen und im Austausch auf den antagonistischen Komplex übergehen können. Die Rotnervigkeit kann nun in der *O. Lamarckiana* sowohl dem *gaudens*- wie dem *velans*-Komplex angegliedert werden — die Kreuzung *O. biennis* × *Lamarckiana*-rotnervig liefert nämlich die *laeta* und die *velutina* mit weißen und mit roten Nerven — aber homozygotisch ist sie nach den Studien von HERIBERT-NILSSON nicht realisierbar.

Conflans, November 1916.

81. N. Heribert-Nilsson: Eine mendelsche Erklärung der Verlustmutanten.

(Eingegangen am 19. Dezember 1916.)

Während die *Oenothera*-Versuche von DE VRIES, die eine spontane Neubildung von Arten heutzutage zeigen sollen, wohl nunmehr nur von wenigen als beweiskräftig angesehen werden, ist indessen während der letzten Jahre ein Neomutationismus entstanden, der auf den Resultaten der Mendelforschung basiert. Mehreren Mendelforschern, die mit einer Art eingehend experimentiert haben, ist es aufgefallen, daß in sehr geringem Prozentsatz abweichende Individuen aufgetreten sind, die nicht durch Spaltung erklärbar, sondern spontane Neubildungen zu sein scheinen. Sie treten nämlich in reinen Linien auf, die durch Reinzüchtungs- und Kreuzungsversuche experimentell als homozygot in den betreffenden Eigenschaften festgestellt worden sind, deren genotypische Zusammensetzung man also genau kennt. Der Einwand, der in bezug auf die DE VRIESschen Versuche absolut nicht zurückzuweisen ist, nämlich daß sein Ausgangsmaterial heterozygot gewesen ist, scheint also hinsichtlich der betreffenden Linienmutanten ausgeschlossen.

Die *Oenothera*-Mutanten betrachtete DE VRIES als neue Arten, habituell ganz neue Typen und meinte — jedenfalls in seinen ersten Arbeiten — daß sie zum Teil auch progressiv wären, so daß sie ein Hinzukommen einer neuen Eigenschaft bezeichneten. Die Linienmutanten sind aber alle regressiv, haben eine positive Eigenschaft der Mutterlinie verloren, weshalb sie auch „Verlustmutanten“ genannt werden.

Die Verlustmutation scheint eine nicht ungewöhnliche, wenn auch prozentisch seltene Erscheinung zu sein und ist für die verschiedensten Pflanzen- und Tierarten konstatiert. Daß wir es hier mit einem spontanen Prozesse zu tun haben, wird von allen führenden Mendelforschern angenommen (JOHANNSEN, BATESON, NILSSON-EHLE, CORRENS, BAUR, PLATE, HAGEDOORN, CASTLE, DAVENPORT, SHULL, EAST, MORGAN, TOWER und, obgleich mit mehr und mehr wachsender Skepsis in den letzten Publikationen, auch LOTSY). Niemand hat es versucht, die Verlustmutation auf mendelscher Basis zu erklären.

HAGEDOORN[1]) hat eine rein chemische Erklärung versucht. Er meint, daß die Verlustmutanten so zu deuten wären, daß ein Stoff, der die Grundlage eines Genes ist, bei der Bildung der Gameten nicht hinreicht, weshalb einige Gameten diesen Stoff nicht erhalten, also auch eine gewisse Eigenschaft nicht mehr zeigen können. Gegen die Richtigkeit dieser Erklärung spricht aber, daß die Verlustmutanten immer sehr selten auftreten. Es ist ja gar nicht zu verstehen, daß unter Millionen von Gameten, die in unmittelbarer Nähe gebildet werden, nur für eine einzige der notwendige Stoff nicht mehr hinreicht. Die Konsequenz der Hypothese von HAGEDOORN ist, daß man bisweilen auch „Massenmutation" finden würde, weil der betreffende Stoff in einem ganzen Fruchtknoten oder sogar in einer ganzen Infloreszenz fehlen könnte. Dies ist aber nie gefunden worden, weshalb auch die Hypothese sehr unwahrscheinlich wird.

Eine zytologische Erklärung hat GATES[2]) versucht, die später auch von SHULL[3]) aufgenommen worden ist. Sie meinen, daß die Chromosomen qualitativ different sind, verschiedene Eigenschaften tragen. Nun kann aber bei den mitotischen Teilungen die Unregelmäßigkeit eintreten, daß eine Sexualzelle, statt von jedem Paar ein Chromosom zu erhalten, von einem Paar beide Chromosomen und von einem anderen kein Chromosom erhält. Die Eigenschaften, die in dem fehlenden Chromosom lokalisiert waren, müssen also in der betreffenden Sexualzelle fehlen. Diese muß also in der Nachkommenschaft (F_2) Verlustmutanten zeigen. SHULL geht noch weiter und meint, daß auf diese Weise auch das Entstehen polymerer Eigenschaften zu erklären wäre. Denn die Verdoppelung eines bestimmten Chromosoms ist auch eine Verdoppelung seiner Eigenschaften. Gleichzeitig mit dem Entstehen einer Verlustmutation muß also aus der Schwesterzelle der verlustmutierten Gamete eine Gamete mit dimeren Eigenschaften entstehen. Welchen Wert eine derartige Erklärung haben kann, solange noch die qualitativ differente Natur der Chromosomen kaum bewiesen ist, werde ich hier nicht weiter erörtern[1]).

---

[1]) HAGEDOORN: Autokatalytical substances the determinants for the inheritable characters. — Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen, Heft 12, 1911.

[2]) GATES: A Study of Reduction in *Oenothera rubrinervis*. Botanical Gazette, Bd. 46 (1908).

[3]) SHULL: Duplicate Genes for Capsule-Form in *Bursa bursa-pastoris*. Zeitschr. f. ind. Abst.- und Vererb.-Lehre, Bd. 12 (1914).

Es scheint mir indessen, als ob eine ungezwungene mendelsche Erklärung der Verlustmutanten durch die während der letzten Jahre gemachten Entdeckungen komplizierter Mendelspaltungen zu erzielen wäre.

Die Eigentümlichkeiten, die den Prozeß der Verlustmutation auszeichnen, sind, daß die abweichenden Varianten sehr selten hervortreten und daß sie in reinen Linien auftreten. Daß sie selten auftreten, ist indessen nicht an sich mit Mendelspaltung unvereinbar. Denn angenommen, daß wir eine polymere Spaltung in z. B. sieben Faktoren hätten, so müßte auf 16 384 Individuen nur eine Rezessive erhalten werden. Eine derartige Erklärung wird aber dadurch unmöglich gemacht, daß man in der Deszendenz einer verlustmutierenden Linie keine Deszendenzreihen erhält, die größere Prozentsätze an der rezessiven Form als die Ausgangslinie zeigen. Zwischen den Spaltungen 16383 : 1 und 3 : 1 gibt es keine intermediären Spaltungszahlen, die bei polymerer Spaltung zu erwarten wären (4095 : 1, 1023 : 1, 255 : 1, 63 : 1, 15 : 1). Auch verhalten sich, wie oben erwähnt, die Verlustmutanten abspaltenden Linien bei Kreuzung mit den Verlustmutanten (oder mit Rezessiven derselben Natur wie die Verlustmutanten) monomer.

Durch einfache Polymerie ist es also nicht möglich, das Auftreten der Verlustmutanten zu erklären. Durch Heranziehen noch einer Spaltungskomplikation, nämlich Reduplikation, und zwar die Form der Reduplikation, die BATESON Repulsion genannt hat, ist es tatsächlich möglich, das Entstehen der Verlustmutanten als das Resultat einer komplizierten Mendelspaltung verständlich zu machen, sogar ohne daß man mehr als zwei spaltende Faktoren anzunehmen braucht.

Wir nehmen an, daß wir zwei polymere Faktoren, A und B, haben, und weiter, daß die bei der Spaltung dieser Faktoren gebildeten Gameten nicht in gleicher Anzahl gebildet werden, sondern z. B. die Reduplikation 1 AB : 7 Ab : 7 aB : 1 ab zeigen. Die Spaltung muß dann so ausfallen, wie es das Spaltungsschema I zeigt.

Von den 256 Kombinationen wird nur eine rein rezessiv, also eine scheinbare Verlustmutante. Das „Mutationsprozent“ wird $\frac{1}{256} = 0{,}4$.

---

[1] Eine Diskussion dieser Frage habe ich in meiner Abhandlung: Die Spaltungserscheinungen der *Oenothera Lamarckiana*. Lunds Universitets Årsskrift, Bd. 12 (1915), vorgeführt. Vgl. auch Stomps: Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl bei den Oenotheren. Biol. Centralbl., Bd 36 (1916).

Wie verhalten sich aber mit dieser Annahme die Schwesterkombinationen der Verlustmutante? Geben sie keine intermediären Spaltungszahlen?

Um eine klarere Übersicht der Kombinationen zu erhalten, habe ich das Spaltungsschema so eingeteilt, daß alle gleichartigen Kombinationen zusammen als Quadrate oder Rechtecke hervortreten. Die vier großen Quadrate der Mitte nenne ich zusammen „den Kern“ des Spaltungsbildes, die kleinen Quadrate der Ecken nenne ich „die Ecken“, die Reste der umrahmenden Kombinationen nenne ich „die Flanken“.

Spaltungsschema I.

	AB	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	aB	aB	aB	aB	aB	aB	aB	ab
AB	AB × AB			AB	×	Ab					AB	×	aB			AB × ab
Ab																
Ab																
Ab	AB															Ab
Ab	×			Ab	×	Ab					Ab	×	aB			×
Ab	Ab															ab
Ab																
Ab																
aB																
aB																
aB	AB															aB
aB	×			aB	×	Ab					aB	×	aB			×
aB	aB															ab
aB																
aB																
ab	ab × AB			ab	×	Ab					ab	×	aB			ab × ab

Der Kern gibt nur Kombinationen zweierlei Art:

Ab × Ab und aB × aB,

die monomer und konstant sind, also auch weiterhin keine Spaltung (Verlustmutation) zeigen können; weiter

Ab × aB und aB × Ab

die die Reduplikation 1 : 7 : 7 : 1 wiederholen, also im Verhältnis 155 : 1 spalten (fortgesetzte Verlustmutation zeigen).

Der Kern enthält folglich nur hochspaltende („mutierende“ und ganz konstante Kombinationen.

Die Flanken verhalten sich, wenn wir von den Ecken vorläufig absehen, folgendermaßen.

Die obere und die linke Flanke enthalten Kombinationen zweierlei Art: AB × Ab und AB × aB, die sich aber ganz ähnlich verhalten, nämlich nur „maskierte“ Spaltung zeigen. Sie sind morphologisch konstant, denn sie sind in einer der polymeren Faktoren homozygot. Sie können folglich nie mehr „mutieren“. — Die rechte und die untere Flanke verhalten sich auf eine ganz andere Weise. Sie geben Kombinationen zweierlei Art: ab × Ab und ab × aB, die sich aber ganz ähnlich verhalten, nämlich monomere Spaltung zeigen. Die hohe Spaltungszahl der Mutterlinie geht also bei diesen Kombinationen abrupt in die niedrigste Spaltungszahl, nämlich die monomere, über. Intermediäre Spaltungszahlen kommen auch bei den Flankenkombination nicht vor.

Sehr interessant wird die Spaltung der Eckenkombinationen.

Eine dieser Kombinationen, nämlich die rechte untere ist die Rezessivkombination (die Verlustmutante), die eine konstante rezessive Linie bilden muß.

Zwei der Eckenkombinationen, nämlich die rechte obere und die linke untere sind der Formel AB × ab. Wie sie sich hinsichtlich der Spaltung verhalten werden, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Entweder muß die Repulsion in Koppelung übergehen, oder sie müssen gewöhnliche polymere Spaltung zeigen. BATESON und PUNNETT haben ja für *Lathyrus odoratus* gefunden, daß zwei Faktoren, die Reduplikation zeigen, falls die Zygote durch die Kombination Ab × aB gebildet wird, Repulsion zeigen, während sie bei der Kombination AB × ab Koppelung aufweisen. BAUR hat aber für *Antirrhinum majus* gefunden, daß zwei Faktoren bei der Kombination AB × ab ebenfalls Koppelung zeigen, bei der Kombination Ab × aB aber ganz normale dihybride Spaltung zeigen. Es ist ja dann auch denkbar, daß ganz umgekehrt die Verbindung AB × ab normal spalten kann, während die Verbindung Ab × aB

Repulsion zeigt, obgleich bis jetzt dieser Fall noch nicht gefunden worden ist.

Ist die Annahme richtig, daß die Kombination AB×ab in dem hier behandelten hypotetischen Falle in Koppelung übergeht, so ergibt eine derartige Kombination eine niedrige Spaltungszahl, fast so niedrig wie die monomere. Eine Koppelung polymerer Faktoren von der Formel 7 : 1 : 1 : 7 zeigt nämlich die Spaltung 207 Dominanten : 49 Rezessiven, was das Verhältnis 4,2 : 1 wird.

Tritt aber keine Reduplikation bei der Kombination AB×ab auf, sondern verläuft die Spaltung ganz normal, so erhalten wir aus dieser Kombination in F_2 eine dimere Spaltung. Da aber solche Kombinationen unter 255 nur 2 sind, also nur 0,8 %, gelingt ihre Isolierung aus der Population nur falls eine große Anzahl von Pflanzen separat ausgenommen und weiter untersucht wird.

Endlich ist die letzte Eckenkombination, nämlich die linke obere (AB × AB) zu besprechen. Sie muß eine sehr frappante Erscheinung zeigen. Die beiden polymeren Faktoren sind hier konstant. Äußerlich ist dies Individuum von den monomeren konstanten, den maskiert spaltenden und den Repulsionsindividuen nicht zu unterscheiden. Aber Individuen dieser Art bilden einen geringen Prozentsatz der Population, können also bei Kreuzungsversuchen zufällig gefunden werden. Folglich kann man in einer scheinbar reinen Linie, die bei früherem Experimentieren immer monomere Spaltung gezeigt hat, plötzlich eine Pflanze finden, die Dimerie zeigt (falls Koppelung, wie oben diskutiert, bei der betreffenden Kreuzung nicht eintritt). Man wäre natürlich in diesem Falle zu dem Schlusse gezwungen, daß eine positive Mutation in einer reinen Linie stattgefunden hatte, falls man nicht diese Möglichkeit kannte, nämlich daß die Linie, wie oben dargetan, nur scheinbar rein und nur scheinbar monomer sein kann.

Auch die Theorie von SHULL, daß Verlustmutation von Polymerie begleitet sein sollte, tritt durch den hier vorgeführten Erklärungsversuch in ein ganz anderes Licht. Dimere Individuen werden wirklich und müssen von Linien abgespalten werden, die Verlustmutation zeigen. Sie werden sogar in ganz demselben Prozentsatz wie die reinen Rezessiven (Verlustmutanten) abgespalten, was ja auch nach SHULLs Vorstellung stattfinden müßte. Aber die Ursache ist keine zytologische, kein Chromosomenaustausch, wie SHULL meint, sondern eine faktorielle Spaltung.

Fassen wir das Gesamtresultat der Spaltung zusammen, erhalten wir folgende numerische Verhältnisse der Spaltungsklassen.

Kombinationsart	Anzahl	Verhalten der Nachkommenschaft
AB × AB	1	konstant, dimer
Ab × Ab und aB × aB	98	konstant, monomer
AB × Ab und AB × aB	28	scheinbar konstant (maskiert spaltend)
Ab × aB und aB × Ab	98	Spaltung 255 : 1 (verlustmutierend)
Ab × ab und aB × ab	28	Spaltung 3 : 1
AB × ab	2	Spaltung 15 : 1 (in F_2) oder 4,2 : 1
ab × ab	1	konstant, rezessiv (Verlustmutante)

Sehen wir von den zwei Kombinationen ab, deren Spaltungszahl nicht bestimmt vorauszusagen ist (AB × ab), so erhalten wir 127 konstante Kombinationen, 98 die wieder Reduplikationspolymerie zeigen (also praktisch genommen konstant sind) und 28 monomer spaltende. Ungefähr 10 % der Kombinationen müssen monomere Spaltung zeigen. Monomer spaltende Individuen müssen also ziemlich häufig in verlustmutierenden Linien auftreten, was aber nicht der Fall ist.

Die obige Annahme einer Reduplikation 1 : 7 : 7 : 1 habe ich aber nur gemacht, um ein nicht zu kompliziertes Beispiel vorzuführen. Tatsächlich sind die Verlustmutanten bedeutend seltener als 1 : 255. Nach einer von NILSSON-EHLE für die grauen Verlustmutanten einer Schwarzhaferlinie gemachten Berechnung[1]) tritt ein graues Individuum auf ungefähr 8500 schwarze auf. Für die Verlustmutanten mit Wildhafermerkmalen, die in Kulturhafer auftreten, berechnet er die Häufigkeit der fatuoiden Heterozygoten, aus denen die Verlustmutanten hervorgehen, auf 1 : 12000[2]).

Nimmt man eine Reduplikation 1 : 63 : 63 : 1 nebst Polymerie an, so würde unter 16 384 Kombinationen nur eine einzige rein rezessiv sein. Dies Zahlenverhältnis stimmt besser mit der Häufigkeit der Verlustmutanten überein. Wie viele der 16 383 Dominanten werden unter dieser Annahme in der Nachkommenschaft monomer spalten? Wie aus dem obigen Schema I hervorgeht, sind nur die Kombinationen zweier Flanken monomer spaltend, also, falls wir die Reduplikationszahl n nennen, 4 n. Ist die Reduplikation der Formel 1 : 7 : 7 : 1, wird die Anzahl der monomer spaltenden Kombinationen, wie in obigem Beispiel, 4 × 7 = 28. Hat man eine Reduplikation 1 : 63 : 63 : 1 wird ihre Zahl 4 × 63 = 252. Die Anzahl der konstanten, scheinbar konstanten, und hochspaltenden Kombinationen ist aber 16384 ÷ 252 (die monomer spaltenden) ÷ 3 (die Verlustmutation und die zweifelhaften Eckenkombinationen), also 16129. Die monomer spaltenden Kombinationen sind in diesem Falle kaum mehr als 1 %, also selten. Da sie jedoch im Verhältnis zu den reinen Rezessiven relativ häufig sind, die nur in dem Prozentsatz 0,006 auftreten, so ist es ganz natürlich, daß man die ersteren leichter antrifft als die letzteren. Bei den Untersuchungen, die NILSSON-EHLE über Verlustmutation in bezug auf das Wildhafermerkmal bei Hafer machte, fand er in der Mehrzahl der Fälle die monomeren Heterozygoten¹) (die hier morphologisch erkennbar sind) und erhielt also erst aus diesen die Verlustmutation in monomerem Verhältnis.

---

[1]) Nilsson-Ehle: Spontanes Wegfallen eines Farbenfaktors beim Hafer. Verhandl. d. naturforsch. Verein. Brünn, Bd. 49 (1911).

[2]) Nilsson-Ehle: Über Fälle spontanen Wegfallens eines Hemmungsfaktors beim Hafer. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre, Bd. 5 (1911).

Nimmt man noch höhere Reduplikationsformen an, so werden die monomeren Heterozygoten und die reinen Rezessiven noch seltener, weshalb der spaltende Komplex noch mehr den Eindruck einer reinen Linie macht.

Es ensteht nun die Frage, wie eine Kreuzung zwischen der Verlustmutante und ihren Schwesterkombinationen ausfallen muß. Denn ein Beweis, daß die Linie, in der eine Verlustmutante entsteht, rein und monomer sein müßte, war ja, daß Pflanzen dieser Linie bei der Kreuzung mit der Verlustmutante (oder mit Rezessiven derselben Natur wie die Verlustmutante) in F_2 monomere Spaltung zeigen.

Aber auch mit der Annahme von Reduplikationspolymerie müssen fast alle Kreuzungen, die zwischen der reinen Rezessiven und den Schwesterindividuen der Population ausgeführt werden, monomere Spaltung zeigen.

Halten wir uns anfangs zu unserem Schema der Reduplikation 1 : 7 : 7 : 1!

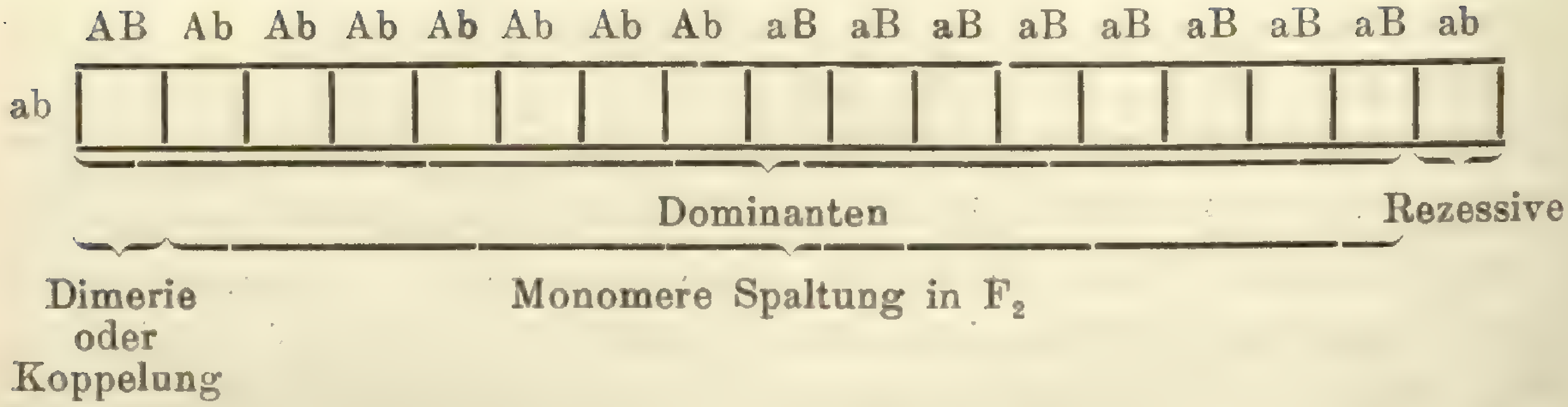
Von den 255 Dominanten sind 98 konstant monomer, müssen also mit der Rezessiven gekreuzt in F_2 monomere Spaltung zeigen.

Die 98 Reduplikationsindividuen verhalten sich zwar auf eine andere Weise; sie können aber sehr leicht eine monomere Spaltung vortäuschen. Mit der Rezessive gekreuzt, spalten sie wie folgendes Schema zeigt.

---

1) Das erwähnte Spaltungsverhältnis 1 : 12 000 betrifft die monomeren Heterozygoten. Die reinen Rezessiven treten sehr viel seltener auf, müssen also aus einer höheren Reduplikationsspaltung als 1 : 63 : 63 : 1 hervorgehen.

Spaltungsschema II.


AB Ab Ab Ab Ab Ab Ab Ab aB aB aB aB aB aB aB aB ab
ab
Dominanten
Rezessive
Dimerie oder Koppelung
Monomere Spaltung in F_2

Spaltung tritt also schon in F_1 auf, aber im Verhältnis 15 : 1. Da nun gewöhnlich eine kleine Individuenzahl in F_1 gezogen wird, kann es sehr leicht eintreffen, daß diese Spaltung nicht zum Ausdruck kommt, sondern daß nur die Kombinationen, die monomere Spaltung in F_2 zeigen müssen, realisiert werden, weil sie die überwiegende Mehrzahl sind. Ist die Reduplikation 1 : 63 : 63 : 1 vorhanden, ist die Aussicht, die abweichenden Kombinationen in F_1 zu erhalten, äußert gering; sie sind dann nur 2 auf 128. Die Spaltung der Reduplikationsindividuen schon in F_1 bei Kreuzung mit der Verlustmutante wird also sehr leicht verschleiert, und die 98 Kombinationen der Formel Ab × aB verhalten sich praktisch genommen konstant monomer. Der ganze Kern der Kombinationen zeigt folglich bei Kreuzung mit der rezessiven Kombination gewöhnliche einfache Mendelspaltung.

Die Flankenkombinationen müssen aber, falls sie für Kreuzung zufällig ausgewählt werden, Unregelmäßigkeiten aufweisen. So müssen die Kombinationen AABb mit der Rezessive, aabb, gekreuzt in F_2 nach zwei Typen aufspalten, denn AABb bildet zweierlei Gameten, AB und Ab. Man erhält also zwei Kombinationen, AB × ab und Ab × ab, folglich monomer und dimer spaltende Pflanzen in gleicher Anzahl. Eine positive Mutation scheint in gewissen Gameten stattgefunden zu haben!

Die Reste der Flankenkombinanten, nämlich die der faktoriellen Zusammensetzung Aa bb und aa Bb müssen mit der Verlustmutante gekreuzt schon in F_1 im Verhältnis 1 : 1 aufspalten, also sogleich die Unreinheit der Linie zeigen.

Das Verhältnis des Kernes zu den Flanken ist bei der Reduplikation 1 : 7 : 7 : 1 wie 3.5 : 1. Schon durch eine geringe Anzahl von Kreuzungen müßte man also auf Unregelmäßigkeiten stoßen (Spaltung schon in F_1 oder Spaltung nach zwei Typen in F_2). Haben wir aber eine Reduplikation 1 : 63 : 63 : 1, verhält sich der Kern zu den Flanken wie 63 : 1. Es ist dann auch keine

Aussicht, andere Individuen als die monomer spaltenden anzutreffen, falls man nicht sehr viele Kreuzungen ausführt.

Durch die oben vorgeführte Ansicht von Reduplikation polymerer Faktoren als Ursache der Verlustmutation erhält man also eine ungezwungene faktorielle Erklärung aller Tatsachen, die gegen Mendelspaltung zu sprechen scheinen, nämlich daß die Rezessiven in sehr geringem Prozentsatz hervorgehen, daß man zwischen den sehr hohen Abspaltungszahlen und der monomeren Spaltung keine intermediären Spaltungszahlen hat, daß sie in reinen Linien auftreten und daß sie, mit der Mutterlinie gekreuzt, monomer spalten. Die Linie ist nämlich nur scheinbar rein, in der Tat eine Population, die Individuen verschiedener genotypischer Zusammensetzung enthält. Durch die ganz gleiche morphologische Manifestation der differenten Gene wird aber dies verschleiert. Ist die Population nun in allen anderen Eigenschaften isogen, so müssen natürlich die abgespalteten Rezessiven (Verlustmutanten) in bezug auf diese Eigenschaften den übrigen (dominanten) Individuen der Population ganz ähnlich sein. Der naheliegende Schluß, daß sie keiner Spaltung ihr Entstehen verdanken können, weil die Mutterlinie in keinen sonstigen Eigenschaften spaltet, wird folglich auch hinfällig.

Die Verlustmutation kann also als das Endresultat einer analytischen Variabilität, eine komplizierte und maskierte Mendelspaltung, aufgefaßt werden. Unter diesem Gesichtspunkte ist es auch nicht eigentümlich, daß die Linienmutanten immer Verlustmutanten sind. Denn ein komplizierter Mendelkomplex kann wohl in einfachere Komponenten aufgelöst werden, unter denen einige morphologisch „neu" sind, aber niemals wieder durch eine Spaltung aufgebaut werden. Das einzige synthetische Moment der Genetik ist die Kreuzung, das einzige analytische die Spaltung. Unter diesem Gesichtspunkte können natürlich — falls Kreuzung verhindert wird — nur eine Art von scheinbaren Neubildungen auftreten, nämlich die reinen Rezessiven eines komplizierten Komplexes, die „Verlustmutanten". Tatsächlich sind sie ja auch die einzigen Neubildungen, die bei genauer Analyse gefunden worden sind.

Der oben skizzierte Erklärungsversuch hat ja nur den Wert einer Hypothese. Durch exakte Versuche über „verlustmutierende

Linien“ kann sie aber geprüft werden. Da aber umfassende Reinzüchtungs- und Kreuzungsversuche hierfür erforderlich sind, habe ich schon jetzt auf diese Möglichkeit hinweisen wollen, die „Verlustmutanten“ in die Reihe der Mendelspaltungen einzuordnen.

Landskrona (Schweden), Dezember 1916.

---

82. Margarete Erban: Über die Verteilung der Spaltöffnungen in Beziehung zur Schlafstellung der Blätter.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität Wien. Nr. 98 der II. Folge).
(Eingegangen am 21. Dezember 1916).

I. Einleitung.

Zu den wichtigsten Vorgängen im vegetativen Leben der Pflanze gehört die Transpiration. Zahlreiche Untersuchungen auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie haben über Verlauf und Zweck dieses Prozesses unter den verschiedensten Bedingungen Aufschluß gebracht. Besonderes Interesse wurde in erster Linie den unmittelbaren Organen der Transpiration gewidmet: den Spaltöffnungen oder Stomata. Während aber die Mehrzahl der einschlägigen Arbeiten ihren anatomischen Bau und ihre biologische Funktion behandelt, finden sich in der Literatur nur wenige Angaben über die Bedeutung, die der mehr oder weniger ungleichmäßigen Verteilung der Spaltöffnungen in den verschiedenen Regionen der beblätterten Pflanze und des einzelnen Blattes im Hinblick auf die Transpiration zukommt.

Durch meinen verehrten Lehrer Professor Dr. HANS MOLISCH, dem ich gleich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank für das mir stets erwiesene wohlwollende Interesse aussprechen möchte, wurde ich vor die Aufgabe gestellt, die Verteilung der Spaltöffnungen bei dem biologischen Typus der schlafenden Pflanzen zu untersuchen und eventuelle Beziehungen zu der individuellen Schlafstellung aufzufinden.

Über ungleichmäßige Verteilung von Spaltöffnungen fand ich in der Literatur nur eine kurze Bemerkung bei SOLEREDER[1]), wo auf Spezialuntersuchungen von COESTER[2]) verwiesen wird.

COESTER teilt auf Grund anatomischer Untersuchungen an Mimosen-Blättern mit, daß die Art der Verteilung der Spaltöffnungen auf beiden Blattflächen variabel und für einzelne systematische Gruppen typisch auftrete.

„Eigentümlich ist die Lage der Spaltöffnungen bei *Piptadenia peregrina* Benth., *P. macrocarpa* Benth., *Mimosa rhodostochia* Benth., *M. somnians* H. und B., *M. trijuga* Benth. Es finden sich bei diesen die Spaltöffnungen auf der Unterseite an der Basis der Fiederblättchen zusammengedrängt, oberseits dagegen an der Spitze angehäuft, während die übrigen Teile der Ober- und Unterseite frei von Spaltöffnungen sind. Ob diese Anordnung der Spaltöffnungen immer in den Deckungsverhältnissen ihren Grund hat, läßt sich, wenigstens in bezug auf die genannten Arten, an dem trockenen Material nicht mit Sicherheit feststellen. Daß diese Anordnung der Spaltöffnungen tatsächlich durch die Deckung bedingt wird, dafür lieferte mir ein anderes Beispiel, *M. cruenta* Benth., den Beweis. Es finden sich bei dieser Pflanze die Spaltöffnungen auf der ganzen Fläche oberseits verteilt, auf der Unterseite der Fiederblättchen dagegen nur auf der einen Längshälfte. Betrachtet man nun die Lage der Fiederblättchen zu einander in der sogenannten Schlafstellung, so findet man, daß die Oberfläche und der Teil der Unterseite, welcher Spaltöffnungen trägt, gedeckt, der spaltöffnungsfreie Teil der Unterseite dagegen ungeschützt ist. Einen weiteren Beweis für die obige Annahme bildet der Umstand, daß das unterste Fiederblättchen auf der Blattunterseite, die ja selbstverständlich stets völlig unbedeckt ist, keine oder nur vereinzelte Spaltöffnungen aufweist.“

Es war der Zweck meiner im folgenden dargelegten Untersuchungen, diese Angaben bei den verschiedensten schlafenden Pflanzen weiter zu verfolgen.

II. Untersuchungen.

Material und Methode.

Da die Lösung der Aufgabe nur aus vergleichender Betrachtung von anatomischem Befund und physiologischem Verhalten des Blattes in der Schlafstellung abgeleitet werden kann, wurden alle Untersuchungen an frischem Material durchgeführt, das auch in lebendem Zustand der direkten Beobachtung jederzeit zugänglich war.

Aus der großen Zahl der schlafenden Pflanzen kamen ungefähr 50 Arten zur Untersuchung und zwar aus den Familien der

---

1) SOLEREDER J., Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart, 1899. S. 332.

2) COESTER C., Über die anatomischen Charaktere der Mimoseen. Diss. Erlangen und München, 1894. S. 22.

Leguminosen, Oxalideen, Zygophylleen und Euphorbiaceen; ebenso wurde als Vertreter schlafender Gefäßkryptogamen eine Art der Gattung *Marsilia* untersucht.

Die Beobachtungen wurden unter Vermeidung von Flächenschnitten an ganzen Blättern vorgenommen, um ein zusammenhängendes Übersichtsbild von der Verteilung der Spaltöffnungen zu gewinnen.

Nach möglichst vollständiger Entfernung des Chlorophylls wurden die Blätter zur Aufhellung des Gewebes in eine zirka 70 prozentige Chloralhydrat-Lösung eingelegt, die durch Zusatz von metallischem Jod braun gefärbt war. Die Dauer der nötigen Behandlung richtet sich nach der Härte und Dichte des Blattgewebes und variiert zwischen einigen Minuten bis zu mehreren Stunden. In den meisten Fällen erzielte ich auf diese Art eine sehr deutliche Differenzierung zwischen dem fast durchsichtig gewordenen Parenchym und den dunkelblau bis schwarz gefärbten Schließzellen der Spaltöffnungen, die im Gegensatz zu den anderen Zellen immer stärkehaltig sind und daher die Jodreaktion besonders auffallend zeigen[1]).

Eigene Untersuchungen[2]).

I. Pflanzen mit doppelter Deckung der Blätter in der Schlafstellung.

A: Fiederblätter.

Name der Spezies:		Spitze:	Mitte:	Basis:
Mimosa pudica	U. S.[3])	0—7	28	44
	O. S.[3])	22	17	3
Mimosa Speggazzini	U. S.	0—6	33	31
	O S.	30	28	27
Aeschynomene sp.	U. S.	14	21	24
	O. S.	16	18	16
Leucaena glauca	U. S.	7	13	10
	O. S	7	2	9

---

[1]) Es ist außerdem vorteilhaft, die Blätter in möglichst stärkefreiem Zustand zu verwenden, indem sie noch vor Beginn der täglichen Assimilation früh morgens gepflückt worden sind; in diesem Fall tritt der Unterschied zwischen den noch stärkearmen Parenchymzellen und den konstant stärkeführenden Schließzellen noch deutlicher hervor.

[2]) Zur Erklärung der anschließenden Tabellen sei bemerkt, daß die angegebenen Zahlen nur als relative Vergleichswerte aufzufaßen sind, als Durchschnitt aus wiederholten Zählungen in der Spitzen-, Mittel- und Basal-Region des Blattes gefunden wurden und sich auf zirka $^1/_{11}$ mm² Blattfläche beziehen.

[3]) U. S. = Unterseite, O. S. = Oberseite.

Name der Spezies:		Spitze:	Mitte:	Basis:
Acacia lophanta	U. S.	9	11	10
	O. S.	7	4	3
Gleditschia horrida	U. S.	18	14	14
	O. S.	—	—	—
Porliera hygrometrica	U. S	11	11	11
	O. S.	27	25	21
Phyllanthus Niruri	U. S.	82	34	85
	O S.	15	15	14

Schlafstellung[1]):

Die doppelte Deckung besteht in einem teilweisen Schutz beider Seiten der Fiederblättchen, der durch modifizierte Lagen erreicht wird. Die Oberseiten decken sich gegenseitig, von den Unterseiten ist der größere basale Teil durch das vorhergehende Blattpaar geschützt, während die Spitze ($^1/_4$—$^1/_6$ der ganzen Fläche) frei bleibt. Abweichungen von der geschilderten Schlafstellung finden sich bei *Leucaena gl.*, *Acacia l.* und *Porliera h.*, indem hier auch die schmälere Hälfte der Unterseite ungedeckt ist. Außerdem bleiben die Unterseiten des ersten Blattpaares (vom Ursprung des Hauptblattstieles gerechnet) immer vollständig frei.

Verteilung der Stomata:

Bei *Mimosa p.* und *Mimosa Sp.* findet sich eine teilweise Übereinstimmung mit den Angaben von COESTER:

1. Die freie Spitze der Unterseite trägt keine oder nur wenige Stomata, während ihre Zahl gegen die wohlgeschützte Mitte und Basis auffallend wächst.

2. Die ganz gedeckten Oberseiten sind in der Spitzenregion am stärksten von Spaltöffnungen besetzt, gegen die Basis nimmt ihre Zahl ab. — *Porliera h.* zeigt keine merklichen Unterschiede zwischen gedeckten und ungedeckten Blatteilen, doch überwiegt die Zahl der Stomata auf der gedeckten Oberfläche bedeutend gegenüber der teilweise freien Unterseite. —

Aeschynomene, *Leucaena gl.*, *Acacia l.*, *Phyllanthus N.* zeigen gegenteiliges Verhalten:

1. Die freie Spitze der Unterseiten trägt ebenfalls Stomata, wenn auch in etwas geringerer Zahl als die andern Regionen.

2. Die besser geschützten Oberseiten weisen bedeutend geringere Besetzung von Spaltöffnungen auf als die Unterseiten.

---

[1]) Über verschiedene Arten der Schlafstellung bei Blättern vgl. DARWIN CH., Das Bewegungsvermögen der Pflanze. Übersetzt von J. V. CARUS, Stuttgart, 1881, S. 270 ff.

Auf den ungedeckten schmalen Hälften der Unterseiten bei *Leucaena gl.*, *Acacia l.*, *Porliera h.* findet sich im Vergleich zu der geschützten Hälfte eine etwas geringere Zahl von Stomata, doch ist dieser Befund als zu wenig bedeutend in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Bei *Gleditschia h.* sind die Spaltöffnungen nur auf die weniger geschützte Unterseite lokalisiert und zwar ist ihre Zahl an der freien Spitze am größten.

Bei allen Objekten zeigt das erste, unterseits immer freie Blattpaar durchwegs dasselbe Verhalten wie die übrigen Fiederblättchen.

B: Dreizählige Blätter.

Name der Spezies:		Spitze:	Mitte:	Basis:
Trifolium repens	U. S.	18[1] (14)[1]	13 (15)	11 (12)
	O. S.	27 (33)	26 (28)	24 (23)
Trifolium campestre	U S.	19 (20)	18 (19)	17 (17)
	O. S.	22 (21)	23 (22)	23 (22)
Trifolium montanum	U. S	10 (8)	9 (9)	8 (10)
	O. S	26 (28)	28 (29)	29 (27)
Trifolium alpestre	U. S.	18 (20)	18 (18)	16 (18)
	O. S.	6 (8)	9 (9)	7 (10)
Melilotus albus	U. S.	20 (21)	23 (22)	23 (23)
	O. S.	31 (32)	32 (32)	32 (31)
Medicago falcata	U. S.	10 (8)	10 (10)	8 (9)
	O. S.	18 (17)	18 (18)	15 (16)
Lotus siliquosus	U. S	18 (15)	17 (16)	15 (14)
	O. S.	14 (12)	12 (10)	9 (8)
Lotus carniculatus	U. S.	8 (7)	6 (7)	7 (5)
	O S.	9 (8)	9 (8)	8 (7)
Baptisia australis	U. S.	18 (15)	18 (17)	14 (14)
	O. S.	18 (15)	19 (18)	17 (20)

Schlafstellung:

Alle genannten Objekte besitzen dreizählige Blätter. In der Schlafstellung legen sich die beiden etwas gesenkten Seitenblättchen mit den Oberseiten gegeneinander, während sich das Mittelblatt gefaltet als schützendes Dach darüber stellt. Außer dem Schutz aller Oberseiten wird so auch eine teilweise Deckung der Unterseiten an den Seitenblättchen erzielt. Bei den *Lotus*-Arten und *Baptisia* richten sich die Blätter senkrecht auf und berühren mit den Oberseiten den gemeinsamen Blattstiel. Auch hier bewirkt das größere Mittelblatt eine teilweise Deckung der Unterseiten der beiden kleineren Seitenblättchen.

---

[1] Die erste Zahl bezieht sich auf das Mittelblatt, die zweite Zahl in Klammern auf das Seitenblatt.

Verteilung der Stomata:

Die Anordnung der Spaltöffnungen auf Mittel- und Seitenblättchen ist durchaus gleichmäßig; auch die halbgedeckten Unterseiten der Seitenblättchen zeigen diesbezüglich keine Verschiedenheiten.

Bei den ersten drei *Trifolium*-Arten überwiegt die Zahl der Stomata auf den geschützten Oberseiten, bei *Trif. alp.* aber trifft das Gegenteil zu.

Bei *Melilotus* und *Medicago* ähnliche Verteilung wie bei *Trifolium.*

Lotus zeigt bei einer Art reicheren Besatz der freien Unterseiten, bei der anderen Art überwiegt die Anzahl auf der Oberseite.

Bei *Baptisia* nahezu gleiche Zahl von Stomata auf Ober- und Unterseiten.

Marsilia quadrifolia.

Blattbau und Schlafstellung erfordern eine gesonderte Betrachtung des Objektes.

		Spitze:	Mitte:	Basis:
Außenblatt:	U. S	7	9	8
	O. S.	14	15	13
Innenblatt:	U. S.	12	17	16
	O. S.	14	15	11

Schlafstellung:

Die vier Teilblättchen legen sich vollständig übereinander; die Oberseiten der beiden Innenblätter decken sich gegenseitig, ihre Unterseiten werden durch die dicht anliegenden Oberseiten der beiden Außenblättchen geschützt, deren Unterseiten ganz frei bleiben.

Verteilung der Stomata:

Die freie Unterseite der Außenblätter weicht in ihrem Verhalten auffallend von der gedeckten Unterseite der Innenblätter und den geschützten Oberseiten ab, indem hier die Zahl der Spaltöffnungen nahezu auf die Hälfte der übrigen Werte reduziert ist.

II. Pflanzen mit einfacher Deckung oder einseitigem Schutz der Blätter in der Schlafstellung.

A: Oberseiten geschützt.

Name der Spezies:		Spitze:	Mitte:	Basis:
Colutea orientalis	U. S	16	13	14
	O. S.	27	24	22
Astragalus asper	U. S.	6	6	5
	O. S.	23	21	19
Astragalus varius	U. S.	19	19	15
	O. S.	26	24	22
Onobrychis viciaefolia	U. S.	7	11	9
	O. S.	23	22	21
Vicia silvatica	U. S.	2	1	1
	O. S.	8	6	6
Anthyllis vulneraria	U. S.	13	13	14
	O. S.	23	18	16
Coronilla varia	U. S.	14	11	9
	O. S.	18	17	13
Coronilla emerus	U. S.	22	20	18
	O. S.	—	—	—

Schlafstellung:

Die Oberseiten der vertikal aufgerichteten Fiederblättchen sind durch gegenseitige Berührung oder Annäherung geschützt, die Unterseiten bleiben vollständig frei.

Bei unpaarig gefiederten Blättern ist das Endblatt oberseits weniger geschützt.

Verteilung der Stomata:

Alle untersuchten Blätter tragen auf beiden Seiten Spaltöffnungen, doch findet sich ihre Mehrzahl auf den geschützten Oberseiten. In einigen Fällen ist die Differenz der Verteilungsdichte sehr auffallend.

Die gesondert untersuchten Endblätter zeigen dasselbe Verhalten wie die anderen Fiederblättchen.

Coronilla emerus, bei der ich keine deutliche Schlafstellung bemerken konnte, trägt nur unterseits Stomata, während auf der Oberseite einzelne über dem Hauptgefäß-Strang zu bemerken sind.

B: Unterseiten geschützt:

1. Oxalideen.

Name der Spezies:		Spitze:	Mitte:	Basis:
Oxalis hedysaroides	U. S.	13[1] (12)	13 (12)	12 (11)
	O S.	5 (4)	6 (5)	6 (4)
Oxalis v. quadrifolia	U S.	31	34	32
	O. S	—	—	—
Oxalis Ortgiesiana	U S.	19 (20)	18 (17)	19 (13)
	O. S.	—	—	—
Biophytum sensitivum	U. S	15	14	13
	O. S.	—	—	—
Averrhoa carambola	U. S.	7	10	13
	O. S.	—	—	—

Schlafstellung:

Es findet im allgemeinen eine vertikale Senkung der Teil- und Fiederblättchen statt, so daß die Unterseiten durch Annäherung geschützt sind, während die Oberseiten ganz frei bleiben.

Die modifizierte Schlafstellung von *Oxalis v. quadrifolia* kommt zustande, indem sich der Hauptgefäß-Strang des Teilblättchens senkrecht nach abwärts an den gemeinsamen Blattstiel anlegt; auf diese Weise wird die vollständige Deckung der benachbarten Blatthälften ermöglicht.

Verteilung der Stomata:

Die überwiegende Mehrzahl der Spaltöffnungen findet sich auf den geschützten Unterseiten.

Innerhalb der Gattung *Oxalis* läßt sich die allmähliche Reduktion der Stomata auf der freien Oberseite beobachten: *Oxalis h.* zeigt im Vergleich zur Unterseite oberseits noch die halbe Anzahl, *Oxalis qu.* ist schon ganz frei bis auf wenige, den Hauptgefäß-Strang begleitende Stomata, bei *Oxalis Ort.* fehlen auch diese vollständig.

Ebenso verhalten sich *Biophytum s.* und *Averrhoa c.*

---

[1] Die erste Zahl bezieht sich auf das Mittelblatt, die zweite Zahl in Klammern auf das Seitenblatt.

2. Leguminosen.

Name der Spezies:		Spitze:	Mitte:	Basis:
Sophora japonica	U. S.	69[1] (62)	61 (67)	59 (59)
	O. S.	—	—	—
Sophora sp.	U. S.	20 (19)	19 (20)	19 (18)
	O. S.	5 (5)	6 (7)	6 (6)
Astragalus glycyphyllos	U. S.	26 (36)	36 (36)	37 (37)
	O. S.	—	—	—
Indigofera Dosua	U. S.	52 (52)	46 (41)	35 (37)
	O. S.	24 (32)	22 (27)	20 (25)
Glycyrrhiza glabra	U. S.	83 (81)	33 (34)	33 (33)
	O. S.	12 (12)	13 (13)	11 (9)
Caragana sp.	U. S.	10	10	10
	O. S.	0—1	0—1	0—1
Amorpha fruticosa	U. S.	32 (29)	28 (31)	27 (26)
	O. S.	—	—	—
Robinia pseudacacia	U. S.	18 (19)	19 (17)	17 (17)
	O. S.	—	—	—
Robinia hispida	U. S.	25 (26)	2 (24)	20 (20)
	O. S.	—	—	—
Hedysarum hedysaroides	U. S.	27 (27)	26 (28)	21 (24)
	O. S.	—	—	—
Amicia zygomeris	U. S.	11	16	14
	O. S.	—	1—2	1—3
Cytisus laburnum	U. S.	15 (19)	16 (18)	16 (18)
	O. S.	—	—	—
Cytisus nigricans	U. S.	15 (18)	17 (17)	15 (15)
	O. S.	4	5	4
Cytisus austriacus	U. S.	12 (17)	13 (16)	13 (13)
	O. S.	—	—	—
Desmodium gyrans	U. S.	20	20	19
	O. S.	2	2	1

Schlafstellung:

Durch vertikale Senkung der Fiederblättchen wird den genäherten Unterseiten Schutz geboten, die Oberseiten bleiben frei. Ähnlich verhalten sich die dreizähligen Blätter bei *Cytisus* und ***Desmodium.***

---

[1] Die erste Zahl bezieht sich auf ein Fiederblatt, die zweite Zahl in Klammer auf das Endblatt.

Verteilung der Stomata:

Die Spaltöffnungen finden sich bei den meisten Blättern in überwiegender Mehrzahl nur auf den geschützten Unterseiten. Sind auch oberseits Stomata vorhanden, so finden sich diese hauptsächlich über und neben den Gefäß-Strängen angeordnet; (sehr deutlich bei *Indigofera* und *Cytisus* zu beobachten.)

III. Zusammenfassung und Diskussion.

Aus dem ersten Teil der Untersuchungen, betreffend Pflanzen mit doppelter Deckung der Blätter in der Schlafstellung, geht hervor, daß im Sinne COESTERs eine Lokalisierung von Spaltöffnungen an besser geschützten Teilen der Blatt-Ober- und -Unterseiten bei einigen Objekten nachweisbar ist (Mimosa, Marsilia). Indifferente und gegenteilige Befunde bei verwandten oder ähnlichen Typen bestimmen mich aber im Hinblick auf die geringe Anzahl der untersuchten Objekte, vorläufig noch von einer kausalen oder finalen Verknüpfung dieser Spezialbeobachtungen mit der Transpiration abzusehen.

Der zweite Teil der Untersuchungen, betreffend Pflanzen mit einseitigem Schutz der Blätter in der Schlafstellung, liefert den deutlichen Nachweis, daß bei der Mehrzahl der untersuchten Objekte die Stomata ausschließlich oder in überwiegender Menge auf den geschützten Blattseiten konzentriert sind. (Oxalideen, Leguminosen.) In der Konstanz dieser Beobachtung bei verschiedenen Typen sehe ich ein positives Argument für das Vorhandensein funktioneller Beziehungen zwischen Schlafstellung und der durch die Stomata vermittelten Transpiration.

Wenn auch in der Aufstellung teleologischer Hypothesen große Vorsicht geboten ist, so scheint mir in diesem Befund doch eine nicht zufällige Zweckmäßigkeit enthalten zu sein, die mit dem bisher nur teilweise gelösten Problem des Zweckes der Schlafstellung verknüpft werden kann.

Die Ansicht DARWINs[1]), daß die Schlafstellung Schutz gegen Ausstrahlung gewähre, mit der schon von ihm zugestandenen Einschränkung bezüglich schlafender Pflanzen in den Tropen, hat erst durch STAHL[2]) eine Erweiterung erfahren, der auf Grund physiologischer Experimente die einseitige Deutung durch einige neue Gedanken bereichern konnte. Er kam zu der Anschauung, die vertikale Schlafstellung mit gleichzeitiger Deckung der Blätter

---

1) DARWIN CH., l. c.

2) STAHL E., Über den Pflanzenschlaf und verwandte Erscheinungen. Bot. Ztg. 1897. S. 17 ff.

bezwecke nicht so sehr Schutz gegen Ausstrahlung, als vielmehr Vermeidung allzu reichlichen Tauansatzes auf den Blattflächen, die dadurch in der freien Transpiration gehemmt würden.

Meine eigenen Beobachtungen über die oft so auffallend geschützte Anordnung der Spaltöffnungen führen mich im Zusammenhang mit den genannten Theorien zu dem Schluß, daß diese Erscheinung nach dem heutigen Stand der Forschung ebenso als Schutz gegen Betauung, vielleicht auch gegen kapillare Infiltration gedeutet werden kann und in der Folge zur Förderung der nächtlichen Transpiration beiträgt.

83. A. Schulz: Über einen Fund von hallstattzeitlichen Roggenfrüchten in Mitteldeutschland.

(Mit 4 Figuren im Text.)

(Eingegangen am 22. Dezember 1916)

Im vorigen (33.) Bande dieser Berichte[1]) habe ich über einen Fund von — verkohlten — hallstattzeitlichen Kulturpflanzen- und Unkräuterresten berichtet, den Herr RICHARD ORTMANN in Merseburg bei dem südwestlich von Merseburg in der Nähe der Station Wernsdorf der Eisenbahnlinie Merseburg-Mücheln gelegenen Dorfe Braunsdorf im Leihabachtale gemacht hat. R. ORTMANN hat hier in einer hallstattzeitlichen Wohngrube Reste einer — wahrscheinlich zu *Triticum vulgare* Vill. Kcke. gehörenden — Weizenform, einer — nicht näher bestimmbaren — Saatgerstenform, von *Avena fatua* L., dem Flughafer, *Linum usitatissimum* L., dem Lein, *Camelina sativa* (L.), dem Dotter[2]), *Vicia Faba* L., der Sau- oder Buffbohne, mehreren *Polygonum*-Formen, wahrscheinlich *P. Persicaria* L.,

---

[1]) Berlin 1915, S. 11—19; vgl. hierzu A. SCHULZ, Über Kulturpflanzen und Unkräuter Deutschlands in prähistorischer Zeit, I., Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 85 (Leipzig 1914) S. 329 u. f., sowie Taf. 3; Ders., Über neue Funde von Getreideresten aus prähistorischer Zeit in den thüringisch-sächsischen Ländern, Naturwissenschaftl. Wochenschrift, Bd. 30 (Jena 1915) S. 266 u. f.

[2]) Samen, die offenbar zu dieser Form gehören, habe ich von Herrn R. ORTMANN auch von der Herdstelle einer hallstattzeitlichen Siedelung erhalten, die bei „Steckners Berg“ nördlich von Merseburg gefunden wurde. Sie bildeten hier den Bodensatz eines Topfes.

P. lapathifolium L. und *P. Convolvulus* L., einer *Chenopodium*-Form, wahrscheinlich *Ch. album* L., *Agrostemma Githago* L., der Kornrade, sowie *Galium Aparine* L. und vielleicht auch *G. spurium* L., gefunden.

Reste des Roggens, *Secale cereale* L., von dem damals schon aus anderen Gegenden Deutschlands[1]) hallstattzeitliche Reste bekannt waren[2]), konnte ich unter den von R. ORTMANN in der Braunsdorfer Wohngrube gesammelten Pflanzenresten nicht auffinden; weder befanden sich unter den Früchten Roggenfrüchte, noch war unter dem Stroh — mit dem ehemals offenbar der Boden der Wohngrube und vielleicht auch das Dach der darüber errichteten Hütte bedeckt waren — Roggenstroh. Vor kurzem hat nun aber Herr R. ORTMANN in einer hallstattzeitlichen Wohngrube bei dem nicht weit von Braunsdorf entfernten Dorfe

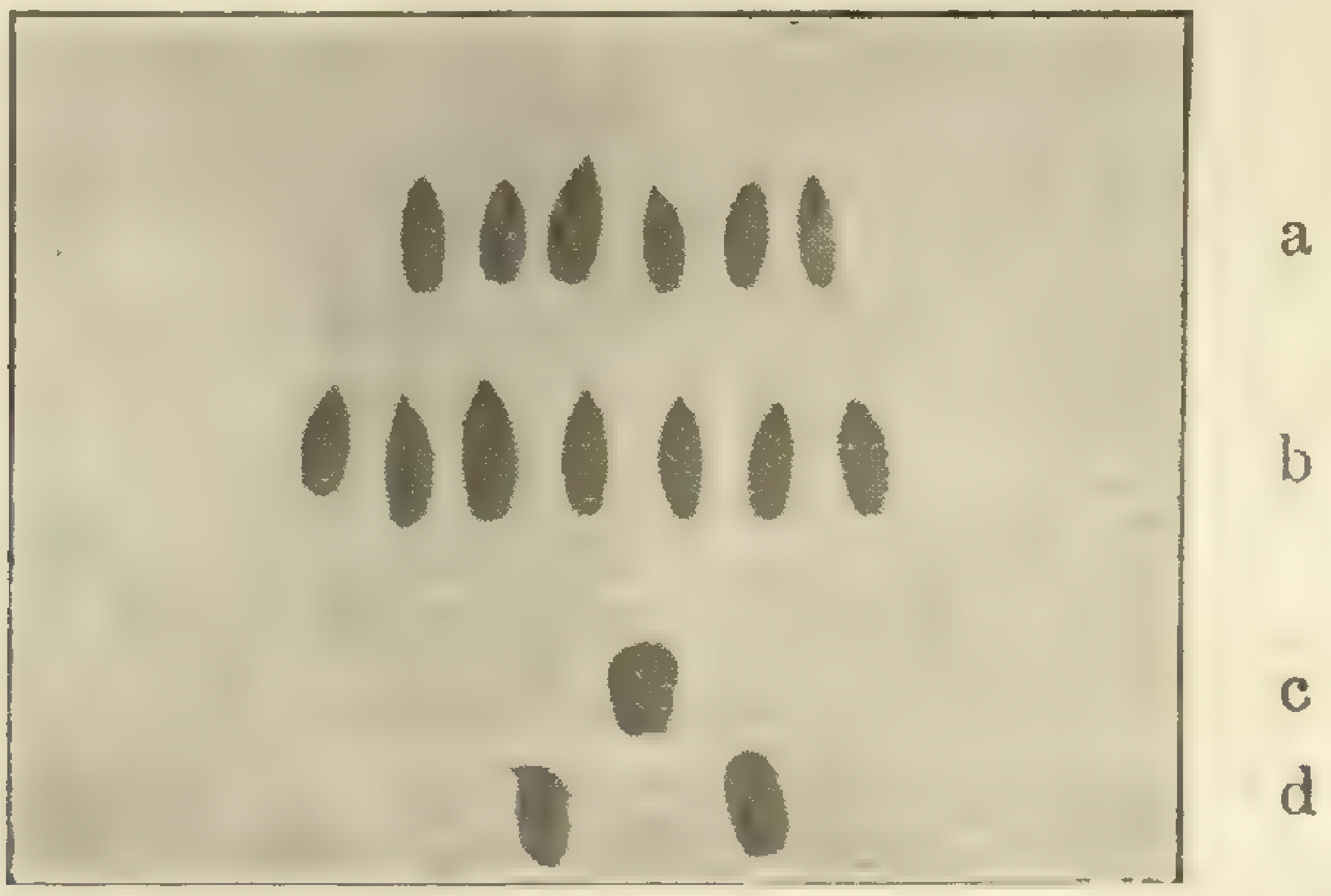


Abb. 1.

---

1) Aus Schlesien und vielleicht auch aus Westfalen; vgl. F. PAX, Fund prähistorischer Pflanzen aus Schlesien, 80. Jahresbericht d. Schlesischen Gesellschaft f. vaterländische Kultur (Breslau 1903) Sitzungen d. zool.-bot. Sektion S. 1—4; EMIL CARTHAUS, Über die Ausgrabungen in der Veledahöhle unweit Velmede im oberen Ruhrtale, Prähistorische Zeitschrift, Bd. 3, 1911 (Leipzig 1911) S. 132—144 (142): „Hierbei verdient hervorgehoben zu werden, daß Roggen und Hafer . . . unter den verkohlten Getreideresten der westfälischen Höhlen (abgesehen von drei bis vier als zweifelhaft von mir hinzustellenden Roggenkörnern aus der Karhoffhöhle) vollständig fehlen.“

2) Später sind auch aus der sächsischen Oberlausitz (aus dem Doppelwall von Ostro bei Kamenz) hallstattzeitliche Roggenreste bekannt geworden; vgl. L. FEYERABEND, Ein Getreidemagazin aus dem ersten vorchristlichen Jahrtausend Unterhaltungsbeilage der Täglichen Rundschau, Jahrg. 34 (Berlin 1914) S. 653 bis 654, und dazu Ders., Korrespondenzblatt d. Deutschen Gesellschaft f. Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte, Jahrg. 44, 1913 (Braunschweig 1913) S. 101.

Frankleben, und zwar ebenfalls an der Leiha, verkohlte Reste von Kulturpflanzen gefunden, die hauptsächlich aus Roggenfrüchten bestehen. Außer diesen enthält der Fund Weizenfrüchte[1] und Linsensamen[2], sowie eine Anzahl Getreidefrüchte, die durch die Verkohlung, durch Druck und wahrscheinlich auch durch Bodenfeuchtigkeit so gelitten haben, daß sie sich nicht mit Sicherheit bestimmen lassen; wahrscheinlich sind es teils Weizen-, teils Gerstenfrüchte. Die Roggenfrüchte sind recht kurz; die längsten sind $4^1/_2 - 5^1/_2$ mm lang, die kürzesten sind noch wesentlich kürzer. Sie sind also durchschnittlich kürzer als die in den Ruinen der Kyffhäuserburg und der Burg von Burgheßler bei Kösen an der Saale gefundenen mittelalterlichen Roggenfrüchte[3], von denen die meisten 5—6 mm, die längsten 7 mm lang sind. Die Breite der hallstattzeitlichen Roggenfrüchte beträgt $1^3/_4 - 2^1/_2$ mm. Ihr Keimende ist spitz, ihr oberes Ende ist abgestutzt oder stumpf abgerundet. Ihre Rückenseite ist stark gewölbt. Die Seitenflächen sind wenig gekrümmt; in manchen Fällen ist der Querschnitt der Frucht fast dreieckig. Doch sind auch einige Früchte vorhanden, deren Querschnitt fast kreisförmig ist. Die Längsfurche der Bauchseite ist manchmal recht tief; die Hälften der Bauchseite sind gewölbt, ihre Ränder sind gerundet[1]).

---

[1] Ein Teil der Weizenfrüchte scheint zu *Triticum vulgare* Vill. Kcke. zu gehören; sie sind den in der Braunsdorfer Wohngrube gefundenen Weizenfrüchten (vgl. A. SCHULZ, Über Kulturpflanzen usw., a. a. O., Taf. 3, Fig. 7) sehr ähnlich. Die größte — der ungleich großen Früchte — ist $4^1/_2$ mm lang, $2^1/_2$ mm breit, 2 mm dick. Die Früchte sind an den Enden gleichmäßig stumpf abgerundet. Die Rückenseite der größten Frucht ist ziemlich wenig gewölbt; die Wölbung der Rückenseite der kleineren Früchte ist verhältnismäßig stärker. Diese bilden den Übergang zu den übrigen Weizenfrüchten, die ich für solche von *Tr. compactum* Host halten möchte. Die größte von diesen Früchten ist 4½ mm lang, $3^1/_2$ mm breit, 3 mm dick. Ihre größte Breite und Dicke liegt in der Nähe des Keimendes; bei einigen Früchten steigt der Rücken an diesem Ende so steil an, daß die Keimgrube fast senkrecht zur Bauchseite der Frucht steht. Beide Enden der Frucht sind stumpf abgerundet oder abgestutzt. Mit Bestimmtheit läßt sich freilich nicht sagen, daß diese Früchte zu *Tr. compactum* gehören; es können auch Früchte von *Tr. vulgare* sein. Abb. 1c ist eine von diesen Früchten, Abb. 1d sind zwei von den von mir zu *Tr. vulgare* gezogenen Früchten aus der Frankleber Wohngrube abgebildet.

[2] Die Linsensamen sind recht groß, der größte Durchmesser des größten Samens ist $4^3/_4$ mm lang.

[3] Vgl. betreffs dieser Früchte A. SCHULZ, Über mittelalterliche Getreidereste aus Deutschland, Diese Berichte, Bd. 32 (Berlin 1914) S. 633—638, sowie Ders., Beiträge zur Kenntnis der kultivierten Getreide und ihrer Geschichte, IV. und V., Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 85 (Leipzig 1914) wo S. 344, Fig. 1c eine Anzahl der Früchte abgebildet ist.

Die Frage, welches Volk zur Hallstattzeit in der Merseburger Gegend den Roggen angebaut habe, läßt sich heute wohl noch nicht sicher beantworten. Nur das darf man wohl behaupten, daß es kein germanischer Volksstamm war[2]).

84. M. Staehelin: Zur Cytologie und Systematik von Porphyridium cruentum (Naegeli).

(Mit 4 Fig. im Text).

(Eingegangen am 27. Dezember 1916).

Über die systematische Stellung von *Porphyridium* sind schon viele Vermutungen geäußert worden. SCHMITZ (1897 p. 315) und GAIDUKOW (1899 p. 2) stellen, *Porphyridium* zu den Rhodophyceen; OLTMANNS (1906 p. 191) glaubte sie als eine zweifelhafte Gattung der Protococcales auffassen zu müssen. HANSGIRG (Nr. 1 p. 154 und Nr. 2 p. 2) stellte sie zur Spaltalgengattung *Aphanocapsa* BRAND (1908 p. 416) hat auf Grund seiner cytologischen Studien *Porphyridium* wie SCHMITZ zu den Rhodophyceen gerechnet und als eine höchst einfache Form der Bangiaceen angesehen. Die angekündigte Arbeit über den Kern von *Porphyridium* hat BRAND noch nicht herausgegeben; sie hätte auf die systematische Stellung der Alge Licht werfen können, da noch nicht einmal feststeht, ob diese einen Kern hat oder nicht. Ein endgültiger Beweis für die richtige Stellung von *Porphyridium* unter den Algen stand immer noch aus.

Für die Cytologie und Systematik der Cyanophyceen sind durch FISCHER Arbeiten neue Kriterien geliefert worden. Von

---

[1] Abb. 1a sind 6 Roggenfrüchte aus der Frankleber Wohngrube, Abb. 1b sind zum Vergleiche 7 Roggenfrüchte aus der Ruine der Burg von Burgheßler (in nat. Gr.) abgebildet.

[2] Betreffs der Geschichte des Roggens vgl. J. HOOPS, Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum (Straßburg 1905) S. 443 u. f.; Ders., Artikel „Roggen“ in seinem Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Bd. 3 (Straßburg 1915) S. 508–514; A. SCHULZ, Die Geschichte des Roggens, 39. Jahresbericht d. Westfälischen Provinzial-Vereins f. Wissenschaft u. Kunst für 1910/11 (Münster 1911) S. 153–163; Ders., Die Geschichte der kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913) S. 71–85.

Herrn Prof. SENN habe ich die Anregung erhalten, *Porphyridium* nach diesen neuen Methoden zu prüfen, um eventuell neue Aufschlüsse für die Systematik zu erhalten.

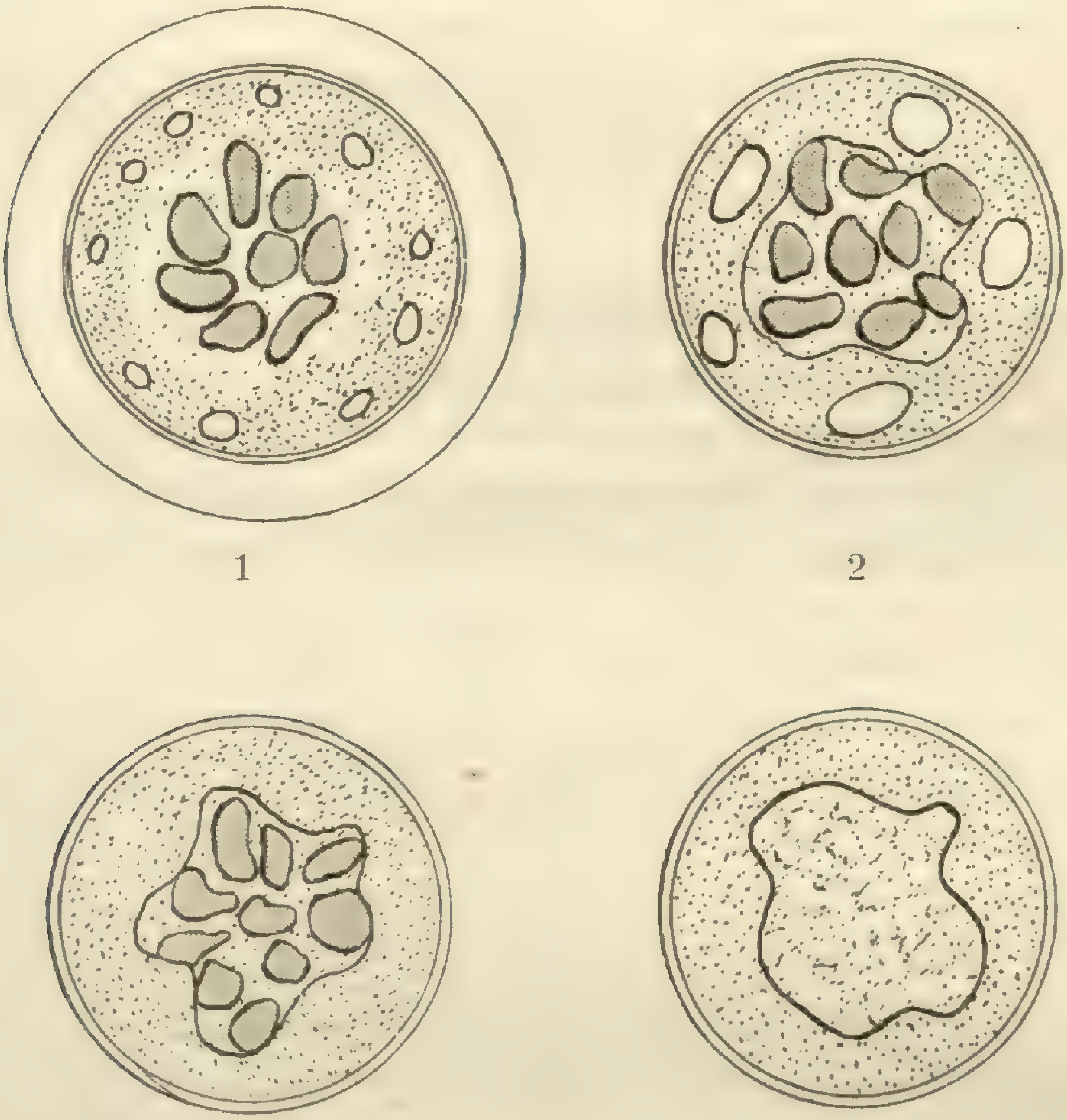
Untersuchungsmaterial: Das Material für meine Untersuchungen wurde an Mauern gesammelt, dann auf Tellern mit Sand aufgestrichen, mit Wasser begossen und im Warmhaus aufbewahrt. Schon nach wenigen Stunden hatten sich an der Oberfläche reiche Mengen von *Porphyridium* angesammelt. Diese Rohkulturen lieferten mir das Material für meine Untersuchungen. Diese wurden an lebendem und fixiertem Material vorgenommen. Eingetrocknete Exemplare verwendete ich im Gegensatz zu SCHMIDLE nicht, da sie stets starke Schrumpfungen zeigten.

Allgemeiner Zellbau: Die *Porphyridium*zelle ist stets kugelig und enthält im Zentrum einen stern- oder rosettenförmigen Körper der sich durch starke Lichtbrechung auszeichnet; peripher liegt weinroter, granulierter Saum. Zwischen beiden Zellbestandteilen findet sich eine fast hyaline Partie. Diese, sowie die zentralen Körner erscheinen oft intensiver rot gefärbt als der äußere Saum. Diese Färbung des in Wirklichkeit farblosen zentralen Teils kommt offenbar dadurch zustande, daß die den peripheren roten Saum durchsetzenden Lichtstrahlen gebrochen und im Zellinnern gesammelt werden.

Membran und Gallerte: Das *Porphyridium*-Lager läßt sich stets schleimig und klebrig anfühlen, was auf das Vorhandensein einer Gallerthülle hindeutet. Am lebenden Individuum kann die Gallerte nicht direkt beobachtet werden. Dagegen erscheint in Tuschesuspension um jede *Porphyridium*zelle ein heller Gallerthof, dessen Dicke ein Viertel des Zelldurchmessers beträgt. Mit 0,1% Methylenblaulösung läßt sich die Gallerte nach längerer Einwirkung färben (Fig. 1). Safranin färbt die Gallerte orangegelb. Eine Struktur läßt sich an ihr nicht erkennen, somit auch nicht feststellen, ob die Gallerte infolge der Quellung der Membran entsteht oder durch Membran-Poren ausgeschieden wird.

Die Art der Gallertausscheidung liefert somit für die systematische Stellung der Alge keinen Anhaltspunkt.

Farbstoff: Es stellte sich heraus, daß der rote Farbstoff der Zelle bei den mikro-chemischen Untersuchungen störend wirkt; ich entfernte ihn deshalb mit mehreren Mitteln. Beim Auskochen der *Porphyridium*zelle in heißem Wasser färbt sich dasselbe schmutzig grün; die Zellen verlieren den roten Farbstoff. Bringt man in diesen wässerigen Auszug eine Mineralsäure, so färbt er sich samt den darin liegenden Zellen wieder rot. KÜTZING (1843 p. 21) hatte dies als Charakteristikum für den Florideenfarbstoff angesehen. NEBELUNG (1878 p. 409) hielt den *Porphyridium*-Farbstoff auf Grund seiner spektroskopischen Untersuchung für eine Modifikation des *Phormidium-* also für einen Cyanophyceenfarbstoff,



Die Figuren wurden mit Leitz-Oel Immersion 2 mm und Kompensationsokular 8 mit ZEISschem Zeichenapparat gezeichnet. Vergr. 3000.

Fig. 1. *Porphyridium* im Leben. Von außen nach innen: Gallerte, Membran, Chromatophor mit Cyanophycinkörnern, Zentralkörper mit Anabaenin.

Fig. 2. *Porphyridium* in Säurefuchsin gefärbt: Membran, Chromatophor, mit Cyanophycinkörnern, Zentralkörper mit Anabaenin.

Fig. 3. *Porphyridium* mit Safranin-Anilin gefärbt. Membran, Chromatophor Zentralkörper mit Glykogenkörnern.

Fig. 4. *Porphyridium*, das der Autolyse unterworfen war. Membran, Chromatophor und plasmatischer Zentralkörper.

von BRAND (1908 p. 417) und KYLIN (1910 p. 169) ist er neuerdings wieder als Florideenfarbstoff angesehen worden. Nach letzterem Autor sollten sowohl Florideen mit Phycocyaninstoffen, als auch Cyanophyceen mit phycoerythrinartigen Körpern existieren.

Absoluter Alkohol löst den Farbstoff; in 5% Chromsäure wird er samt der Zelle nach kurzer Zeit zerstört. Kali- und Natronlauge, sowie Ammoniak verwandeln ihn in Grün, was auch BRAND (1908 p. 418) festgestellt hat. Diese Erscheinung konnte ich auch bei Cyanophyceen konstatieren. Es muß hier bemerkt werden, daß ich diese Frage nicht erschöpfend behandelt habe, ich erwähnte diese Versuche nur der Vollständigkeit halber.

Da noch nicht entschieden ist, ob der Farbstoff demjenigen der Cyanophyceen oder der Rhodophyceen näher steht, liefert er für die systematische Stellung von *Porphyridium* keine Anhaltspunkte.

Chromatophor: SCHMITZ (1892 p. 18) beschreibt den Chromatophoren von *Porphyridium* als ein sternförmiges Gebilde. BRAND (1908 p. 416.) möchte ihn mehr als Kugel aufgefaßt wissen, die durch Vakuolen oder Körner so eingedrückt ist, daß sie sternartig erscheint. Zur Färbung der Chromatophoren habe ich die von ZIMMERMANN (1890 p. 6) angegebene, von SENN etwas modifizierte Methode angewendet. *Porphyridium*zellen werden mit Sublimatalkohol fixiert, (12 St.) in Jodalkohol differenziert, in absolutem Alkohol ausgewaschen und durch Xylol in Canada-Balsam übergeführt. An gut differenzierten Zellen zeigte sich eine hellrote periphere Partie. Das Zentrum der Zelle war stärker gefärbt. In Folge der Quellung der peripher gelegenen schwach gefärbten Körner, hatte der ganze zentrale Teil — der stark lichtbrechende Körper samt der darum gelagerten körnerarmen Partie — ein sternartiges Aussehen angenommen. (Fig. 2). Gleichbehandelte *Anabaena* zeigte ebenfalls eine hellrote periphere und eine dunkelrote zentrale Partie. Durch diese Methode ist die Gestalt des Chromatopheren noch nicht eindeutig bestimmt. Ich versuchte ihn deshalb nach FISCHERS (1905 p. 56 und ff.) Verfahren zu isolieren, das wegen der Zartheit des Objekts allerdings insofern abgeändert wurde, als ich 35% Flußsäure in der Kälte wirken ließ ½—1 St.) Die Zellen wurden nachher in Wasser ausgewaschen, in 2 % Lichtgrün gefärbt (3 St.), wieder in Wasser gewaschen, durch Alkohol und Nelkenöl in Balsam übergeführt. Durch die Flußsäure wird der Inhalt der Zelle mit Ausnahme des Stromas zerstört. Dieses wird dagegen vom Chlorophyllfarbstoff gegen die Flußsäurewirkung geschützt. Der isolierte Chromatopher war im optischen Querschnitt stets als ein grün gefärbter geschlossener Ring zu erkennen, was darauf schließen läßt, daß er als Hohlkugel entwickelt ist. (Fig. 4). Die Chromatophoren von *Mnium*blättern die in der Kontrolle wegen genau gleich behandelte wie die *Porphyridium*zellen, zeigten die gleiche Gestalt, wie in lebenden Blättern. Eine mit Flußsäure fixierte und mit Lichtgrün gefärbte *Oscillaria* zeigte den Chromatophoren ebenfalls klar als grüngefärbte Dose. Auf Grund dieser

Präparate müssen wir die granulierte, im Leben rot gefärbte Rindenschicht von *Porphyridium* als den Chromatophoren ansehen. Ein so gestalteter Chromatophor ist weder bei den Grün- noch bei den Rotalgen vorhanden, wohl aber allgemein bei den Cyanophyceen.

Auf Grund der Chromatophorenstruktur müßte somit *Porphyridium* zu den Cyanophyceen gestellt werden.

Cyanophycinkörner: In allen Exemplaren traten im Chromatophoren von *Porphyridium* kleine helle Körner auf. Sie liegen dicht an der Peripherie und nehmen an Zahl gegen die Mitte ab. Ihre Zahl und Größe ist sehr verschieden. BRAND (1908 p. 541) hat sie für Schleimvakuolen oder Körner gehalten. Er (1908 p. 541) konstatierte, daß sie sich mit Brillantblau intensiv blau färben, was nach seiner Angabe für Cyanophycinkörner charakteristisch sein soll. Sowohl bei *Porphyridium* als auch bei *Oscillaria* konnte ich mit Brillantblau eine intensive Blaufärbung der peripheren Körner erzielen. Eosin und Essigsäurecarmin färben die Körner sogar nach längerer Behandlung recht wenig. Diese speichern aber Jod intensiv, was auf Proteinstoffe hinweist. Am deutlichsten werden sie, wenn man entfärbte *Porphyridium*zellen mit verdünnter Kalilauge kocht und dann mit Jodjodkalium behandelt. Die Körner quellen stark und nehmen so viel Jod auf, daß sie schwarz erscheinen. In schwachem Alkali und in Säure quellen sie; in starkem Alkali werden sie gelöst. Es scheint somit, daß sie eiweißartiger Natur und als Reservestoffe der Zelle anzusehen sind. Für Florideenstärke, wie BRAND angibt, (1908 p. 415), können sie nicht gehalten werden, sonst müßten sie sich mit Jod weinrot, bzw. blau färben. Eiweißkörner kommen weder bei Rot- noch bei Grünalgen vor, wohl aber bei Cyanophyceen, wo man sie als Cyanophycinkörner bezeichnet.

Wir sind deshalb berechtigt, auch die Körner von *Porphyridium* als Cyanophycinkörner anzusprechen. Diese Tatsache gibt uns einen weiteren Anhaltspunkt dafür, daß *Porphyridium* zu den Cyanophyceen gehört.

Zellkern: SCHMITZ (1882 p. 180 und Tafel I. und 1897 p. 313) sah ein peripheres Korn, offenbar ein Cyanophycinkorn, als Zellkern von *Porphyridium* an. BRAND (1908 p. 542) hat weder über die Lage noch über Form und Größe Bestimmtes mitgeteilt, offenbar weil ihm die üblichen Färbmittel keine sicheren Resultate lieferten. Die Frage nach dem Vorhandensein oder Fehlen eines Zellkerns mußte aber in erster Linie gelöst werden, wenn über die systematische Stellung dieser Alge Klarheit geschaffen werden sollte.

Damit der Zellfarbstoff nicht störend wirkte, wurde er stets mit Alkohol ausgezogen. Das entfärbte Material zeigt nach Behandlung mit Jodjodkalium und Chlorzinkjod eine gleichmäßige Gelbfärbung des ganzen Zellinhalts. Im Zentrum treten starke lichtbrechende Körperchen hervor, ohne sich aber intensiver zu färben, als die periphere Partie. Chloralhydratjod färbt die Zelle gelb; die zentralen Körner treten stark gequollen hervor. Zellen, welche mit Eosin, Essigsäurekarmin, Safranin, Eisenhaematoxylin Delafields, Haematoxylin oder Säurefuchsin gefärbt waren, zeigten stets die starklichtbrechenden Körner intensiver gefärbt als die periphere Partie. Die einzelnen Körner erschienen rundlich bis kurzstabförmig und bildeten zusammen einen rosettenartigen Komplex (Fig. 2 und 3). Während diese Färbungen auf die Existenz eines Kernes hinweisen, spricht die schwache Speicherung von Jod entschieden gegen die Kernnatur des zentralen Körnerkomplexes. Dieser verhält sich auch Eau de Javelle gegenüber anders als ein typischer Kern. Kocht man *Porphyridium*-Zellen mit Eau de Javelle und färbt sie dann mit Methylenblau, so tritt das Zentrum als stark blau gefärbter, gequollener, rosettenartiger Körper prägnant hervor. Bei *Spirogyra* führte die gleiche Behandlungsweise zur Auflösung des Kernes, bei *Tradescantia* quollen zwar die Kerne im Gegensatz zu den zentralen Körnern von *Porphyridium* nicht auf, speicherten aber das Methylenblau. Gleichbehandelte *Oscillarien* verhielten sich wie *Porphyridium*.

A. FISCHER (1905 p. 74) hat nun festgestellt, daß die bei fast allen Cyanophyceen vorhandenen zentralen Körperchen von kernähnlicher Gestalt in einem plasmatischen Gebilde, dem Zentralkörper, eingelagert sind, der die Farbstoffe intensiver speichert, als die anderen Bestandteile der Zelle, nicht aber in dem Maße, wie die Chromatinsubstanz echter Kerne; Jod wird nur wenig ge-

Tabelle I. Färbbarkeit des Zentralkörpers.

	Porphyridium	*Oscilleria*	*Spirogyra*
Jodjodkalium	○	○	
Chlorzinkjod	○	○	
Essigsäurekarmin	○ — +	+	+ +
Delafield's Haematoxylin	+	+	+ +
Methylenblau	+	+	+ +
Safranin	+	+	+ +
Säurefuchsin	+	+	+ +

○ nicht gefärbt, + schwach gefärbt, + + stark gefärbt.

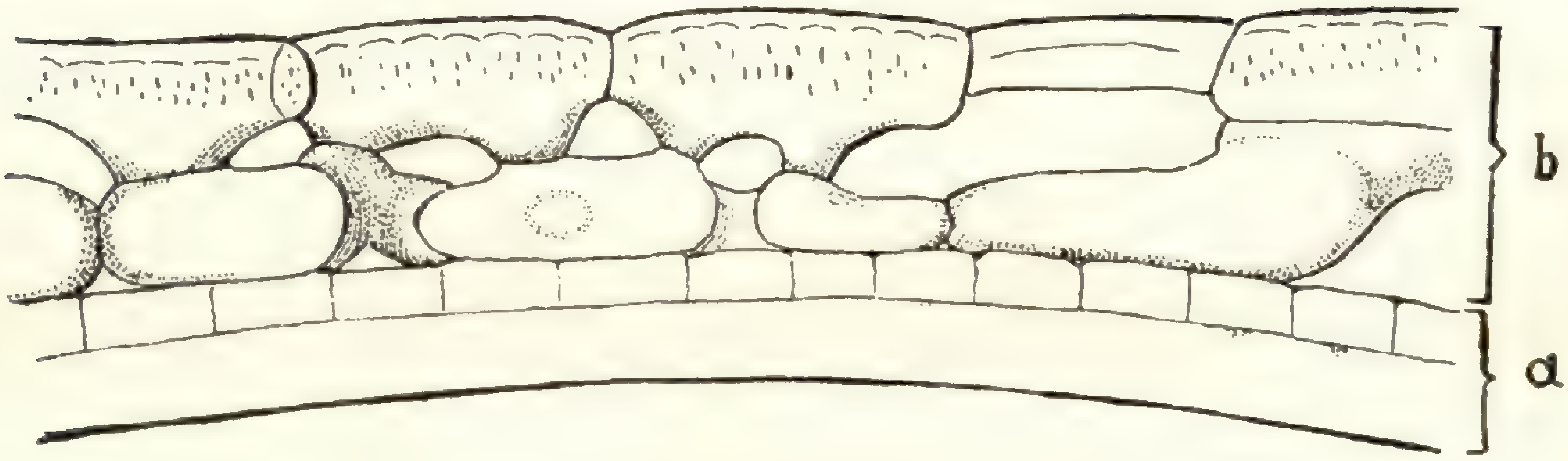
speichert. Das gleiche Verhalten habe ich auch bei *Porphyridium* festgestellt, wie aus Tabelle I hervorgeht.

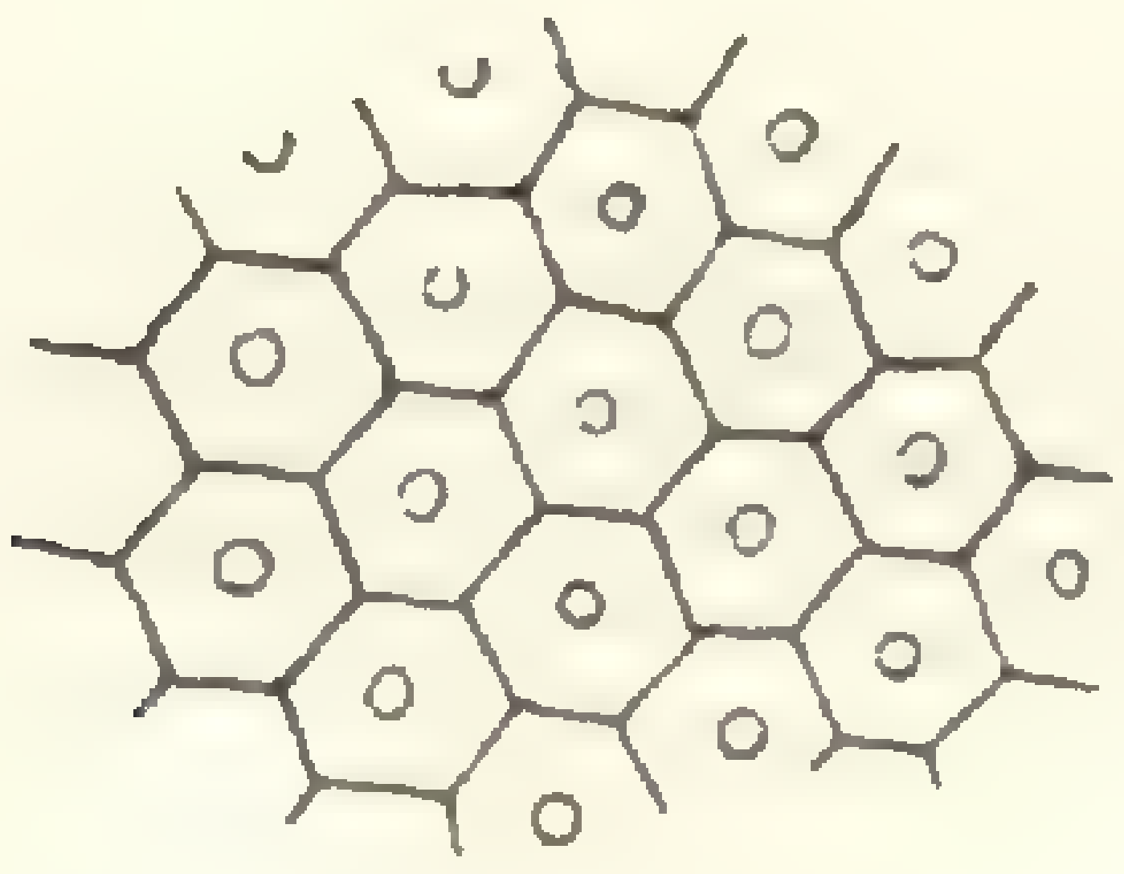
Ueber die Natur der im plasmatischen Zentralkörper enthaltenen Körner hat A. FISCHER Klarheit geschaffen (1908 p. 106). Bei den meisten englumigen Cyanophyceen konnte er sie in das bei weitlumigen Cyanophyceen verbreitete Glykogen überführen und kam deshalb zu der Auffassung, daß die zentralen Körner der englumigen Cyanophyceen, wie das Glykogen der weitlumigen Formen, ein Reservestoff sei. Er bezeichnete ihn als Anabaenin.

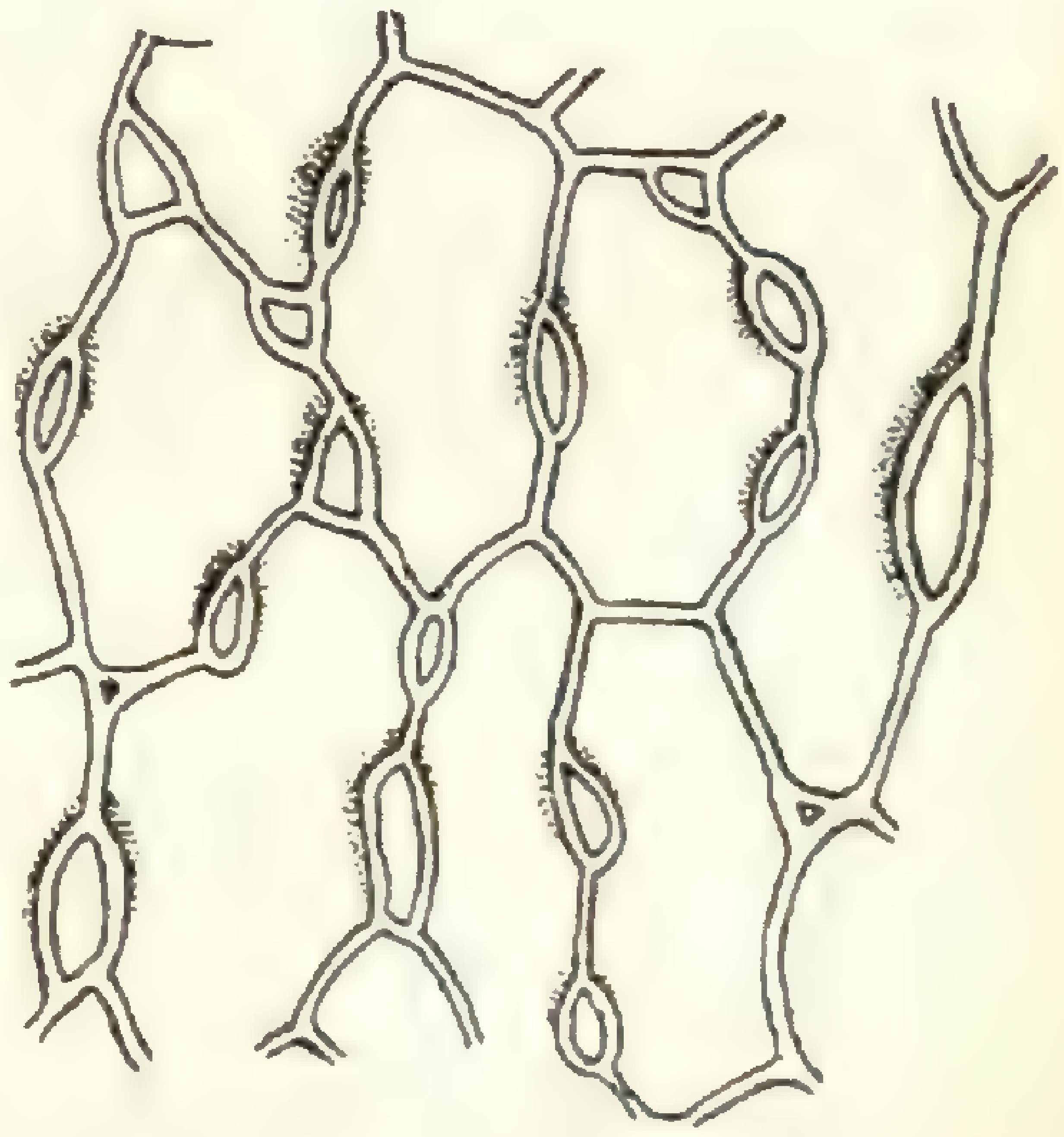
Um auch *Porphyridium* auf das Vorhandensein von Anabaenin bzw. ein Umwandlungsprodukt zu prüfen, stellte ich folgende Versuche an: Wird *Porphyridium* nach der FISCHERschen Vorschrift (1905 p. 122) mit 2°/₀ Salzsäure gekocht und mit Jodjodkalium und Chlorzinkjod behandelt, so färbt sich die periphere Partie, der Chromatophor gelb, die zentralen Körner dagegen dunkelbraun und verlieren ihre starke Lichtbrechung. Beim Erwärmen verschwindet die braune Färbung, kehrt aber beim Erkalten wieder. Die Körner des Zentralkörpers zeigten also nach Säurebehandlung tatsächlich Glykogenreaktion. Es gelingt somit bei *Porphyridium* wie bei *Oscillaria* und *Anabaena* die starklichtbrechenden zentralen Körner durch Hydrolyse mittels Säure in Glykogen überzuführen. Man ist deshalb berechtigt, diese Körner als Anabaenin zu bezeichnen.

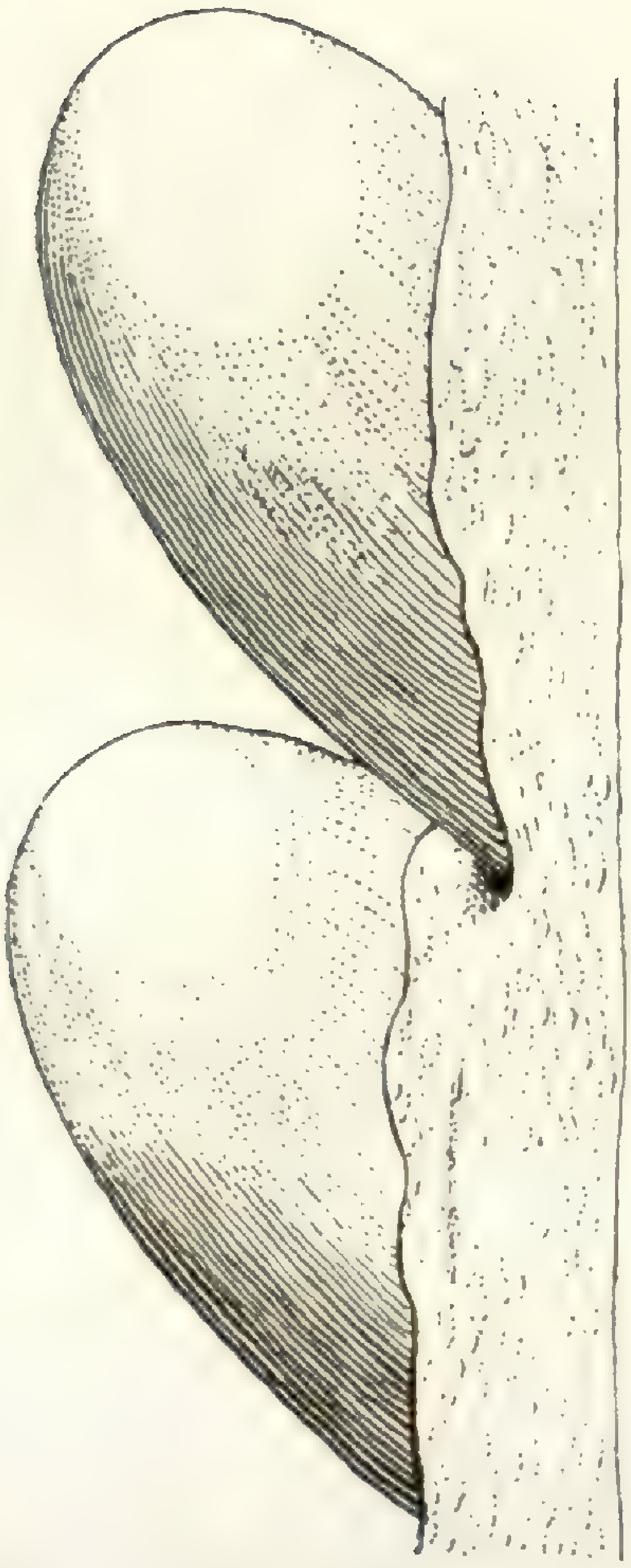
Um für die Glykogennatur der mit Salzsäure behandelten zentralen Körner noch einen weiteren Beleg zu erhalten, suchte ich die Zellen, nach der von A. FISCHER (1905 p. 66) angegebenen Tannin-Safranin-Methode zu färben. Zur Kontrolle wurde eine englumige *Oscillaria* gleichzeitig dieser Behandlung unterworfen. Nach Beendigung derselben zeigte der Cromatophor beider Algen eine schwache gelbe Färbung, aus welcher das Glykogen des zentralen Teiles mit intensivem Rot hervorleuchtete. (Fig. 3. Vgl. auch FISCHERs Abb. 14 u. 15.) Bei *Porphyridium* hatte diese Glykogenmasse die Gestalt einer Rosette, die aus einzelnen Körnern bestand, bei *Oscillaria* traten die stabförmigen Pseudomitosen hervor.

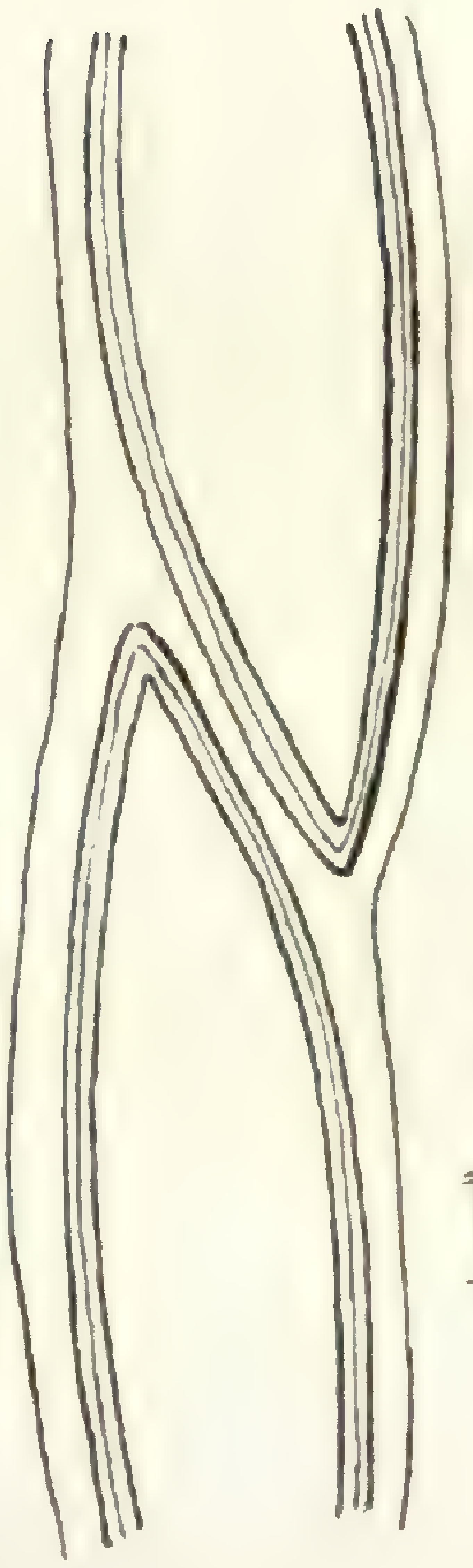
Im Anschluß an die FISCHERsche Arbeit versuchte ich das Anabaenin auch durch Autolyse herauszulösen, wobei außer dem Chromatophoren nur der plasmatische Zentralkörper zurückbleibt. Wurden lebende *Porphyridium*zellen mit 2 % Chloroform- oder Toluollösung im Thermostaten bei 35° C während 5 Tagen (19. 5. bis 24. 5.) sich selbst überlassen, so lieferten sie die in Tabelle II zusammengestellten Resultate.

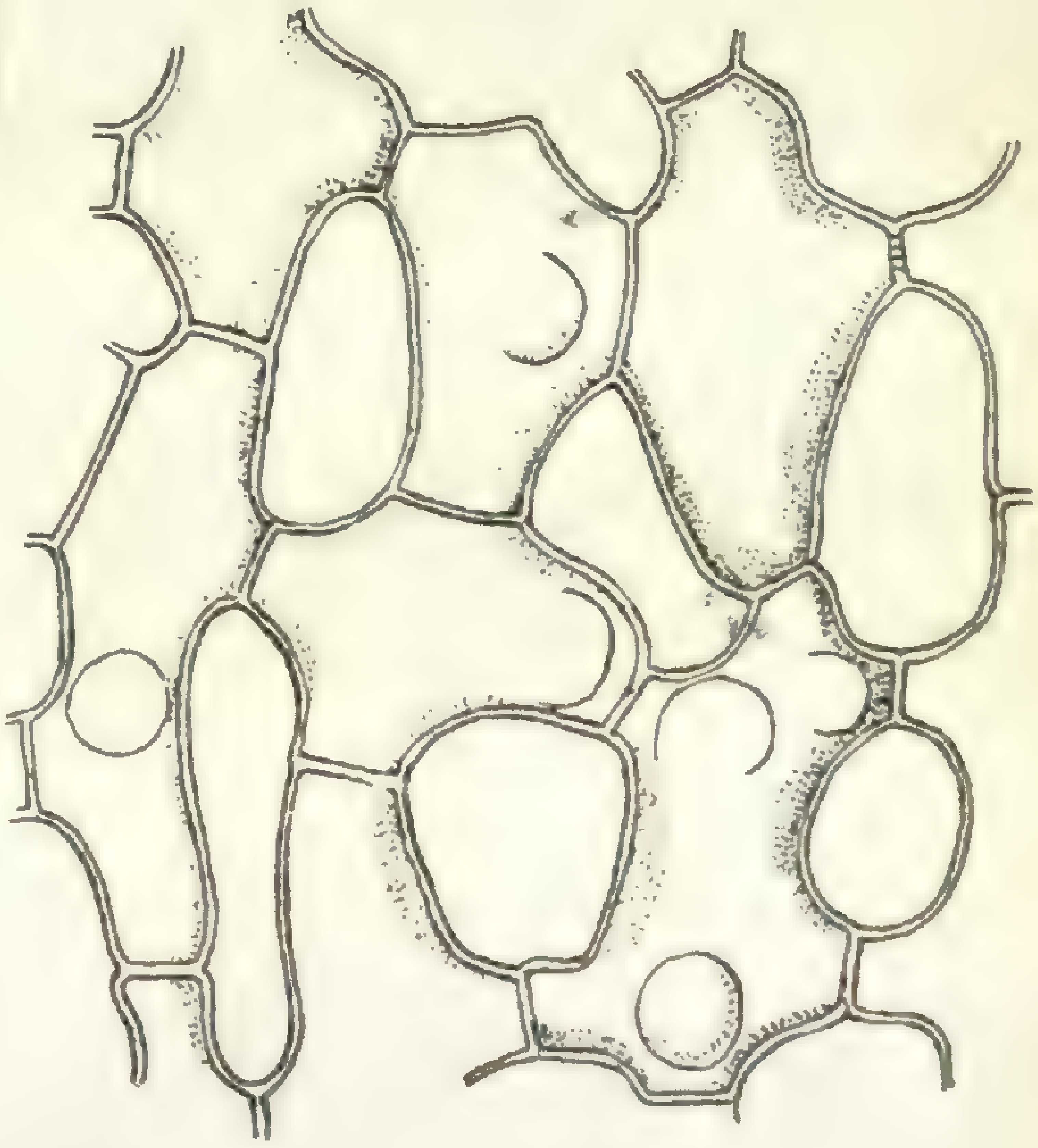




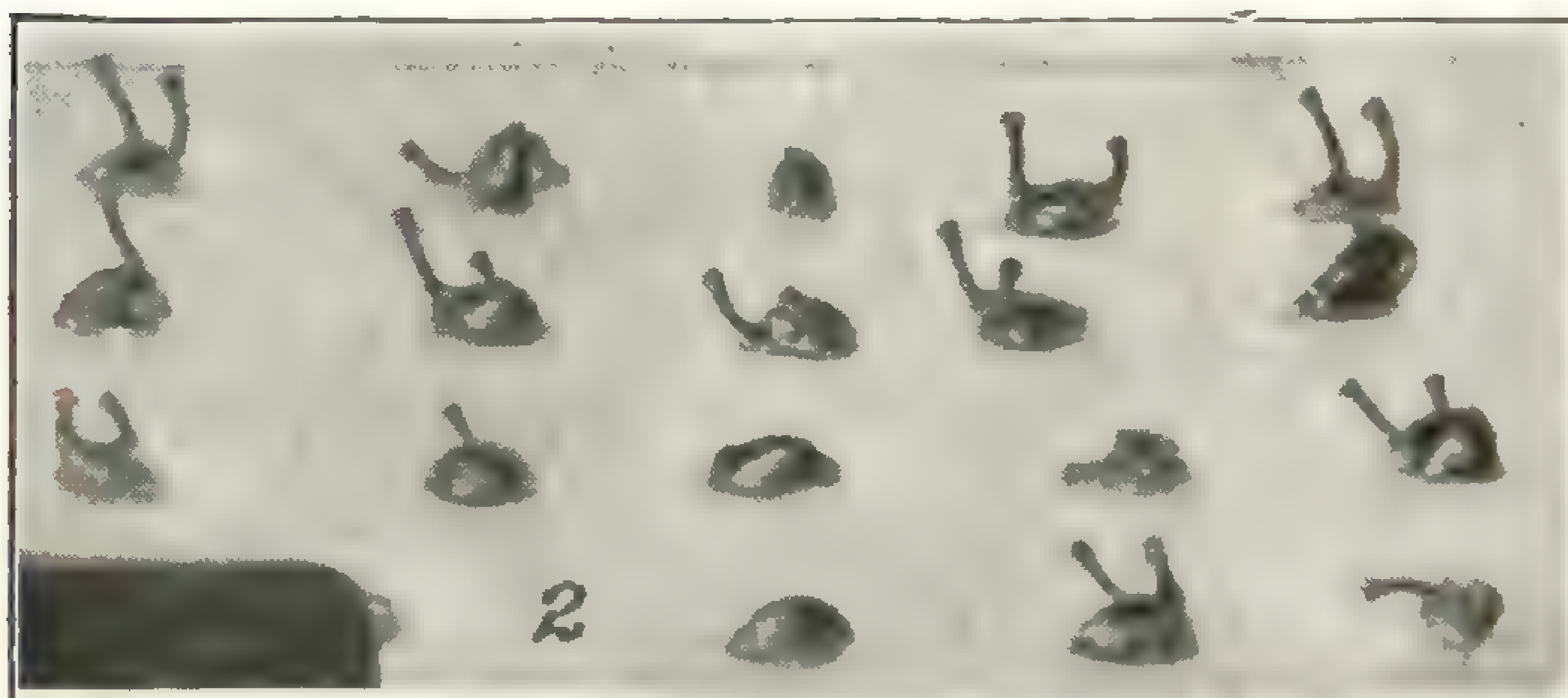


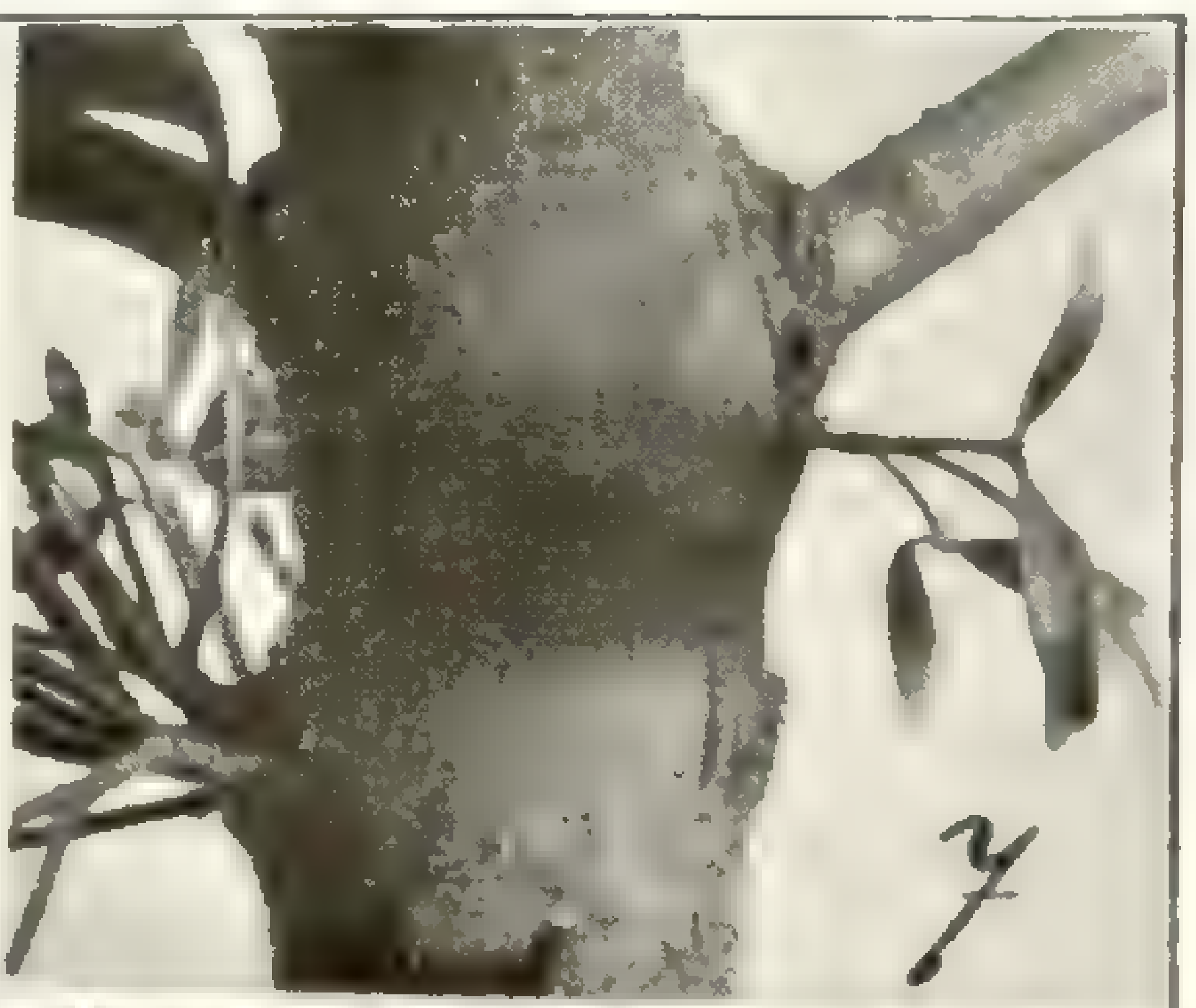


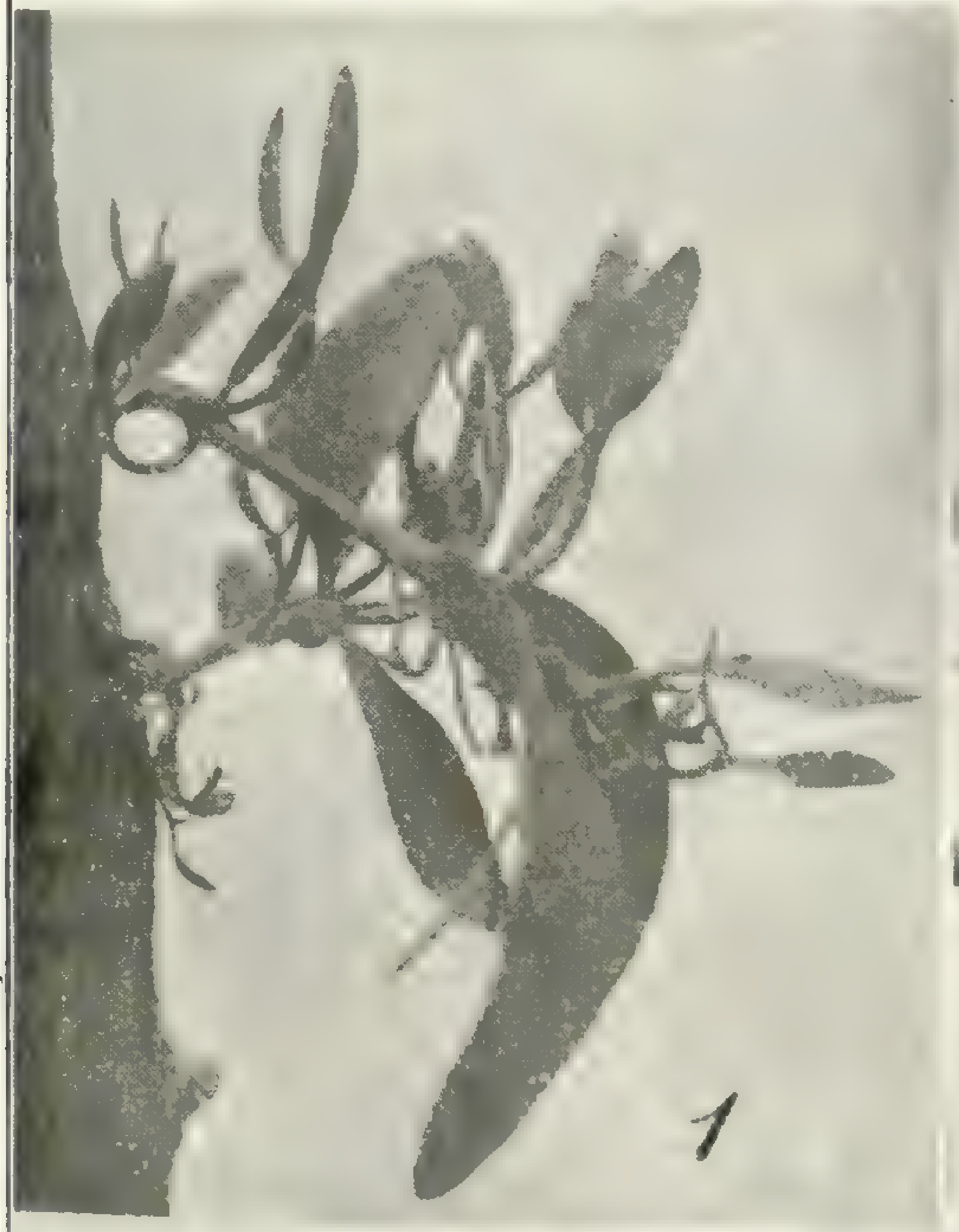


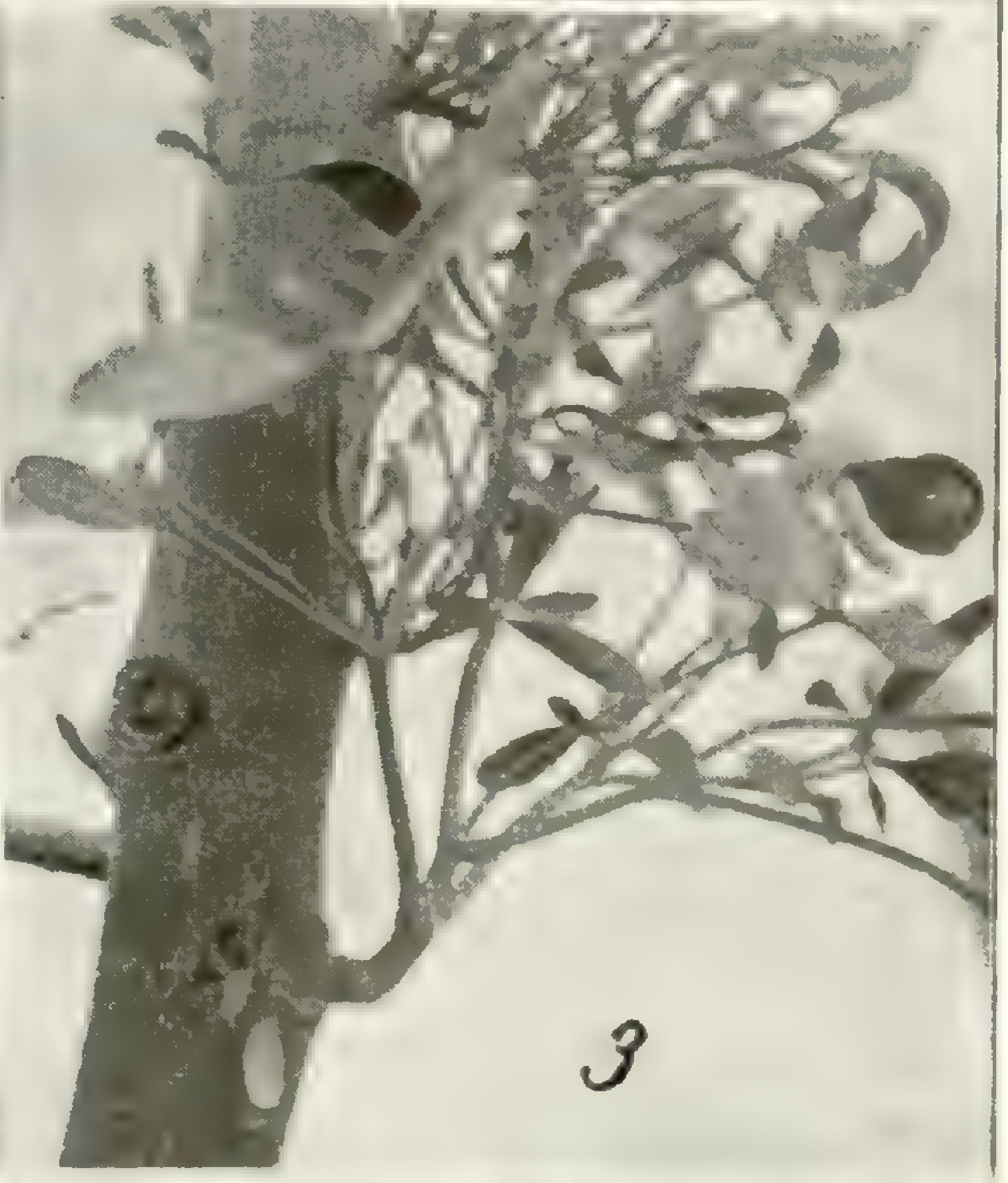


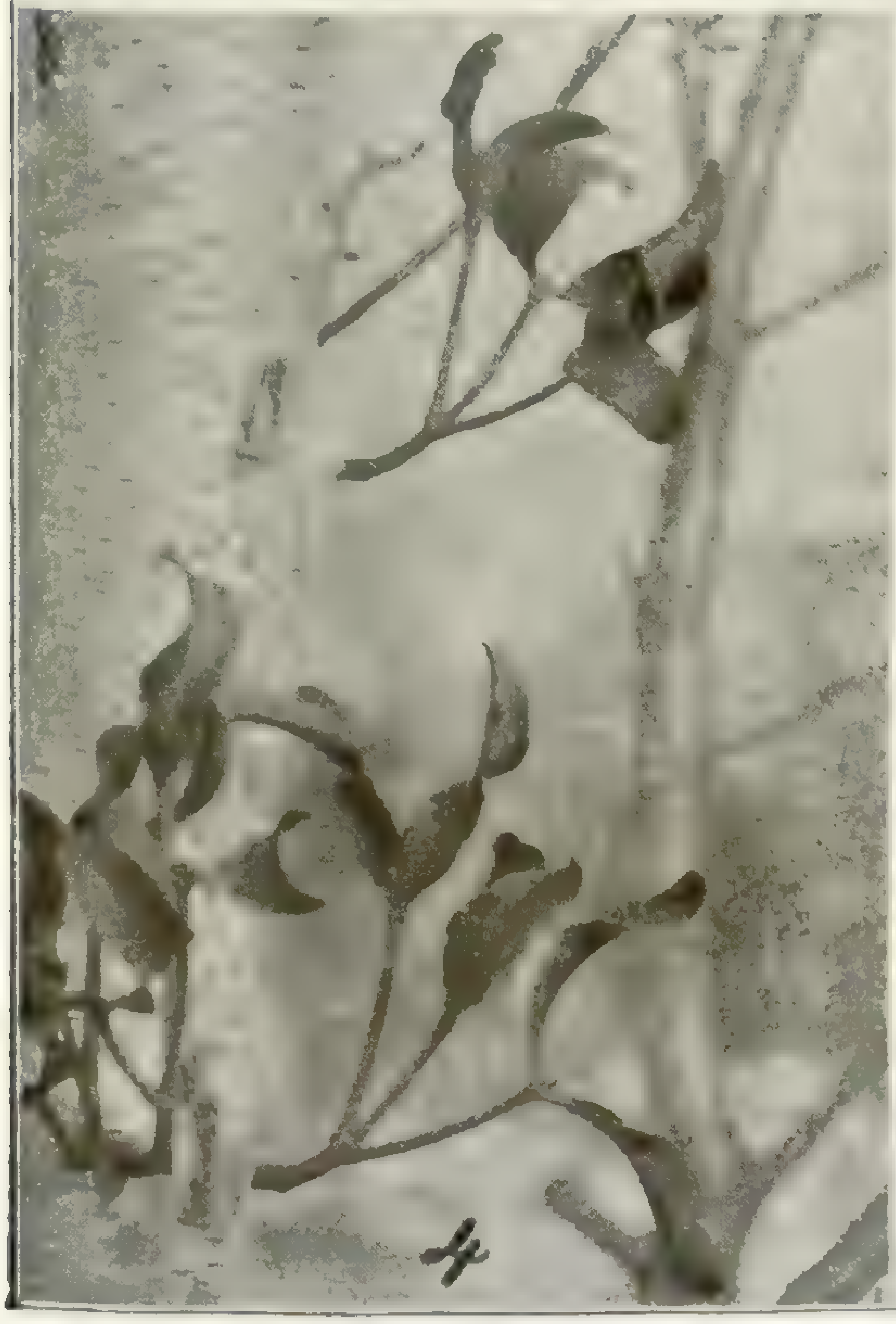
Giesenhagen del.

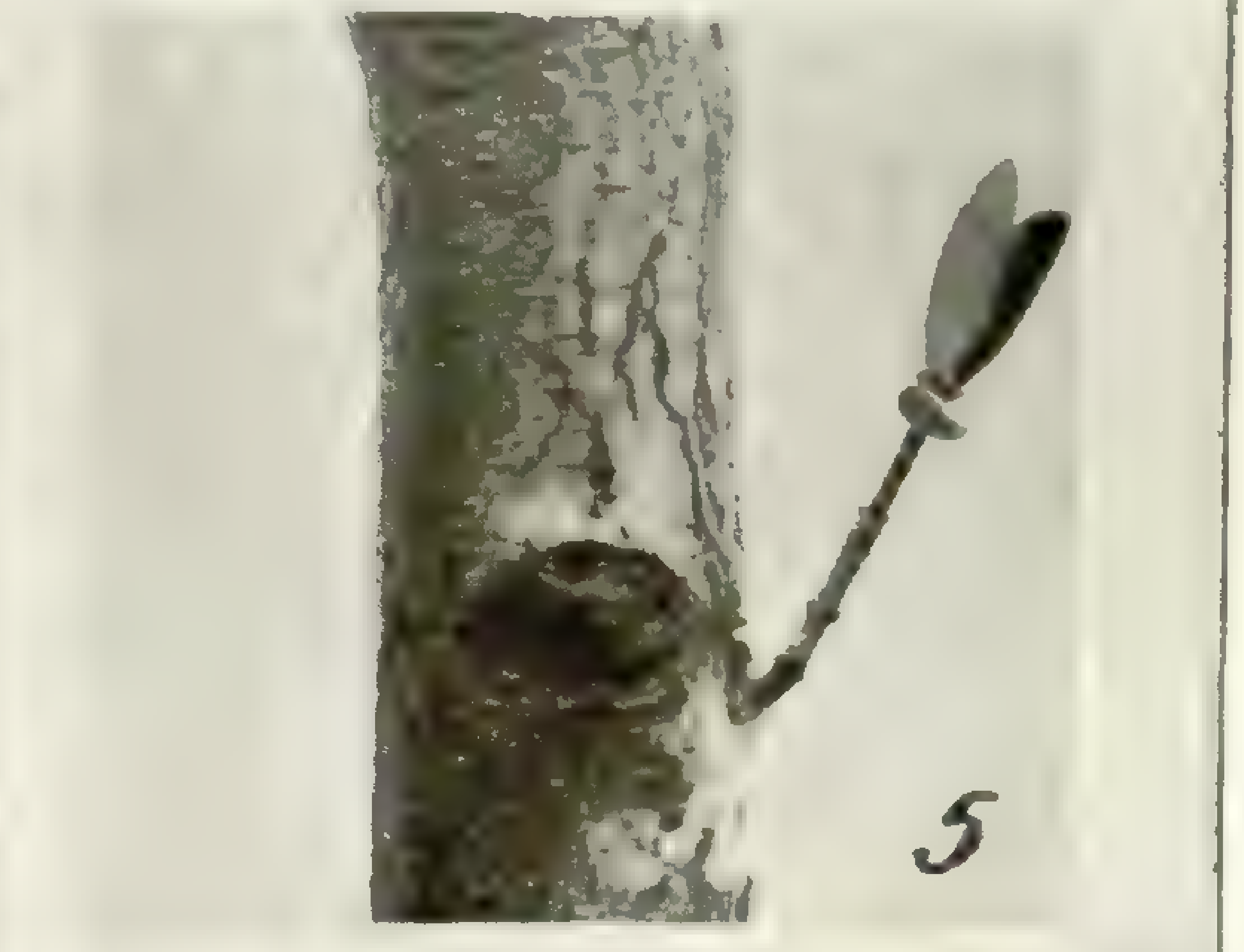

2

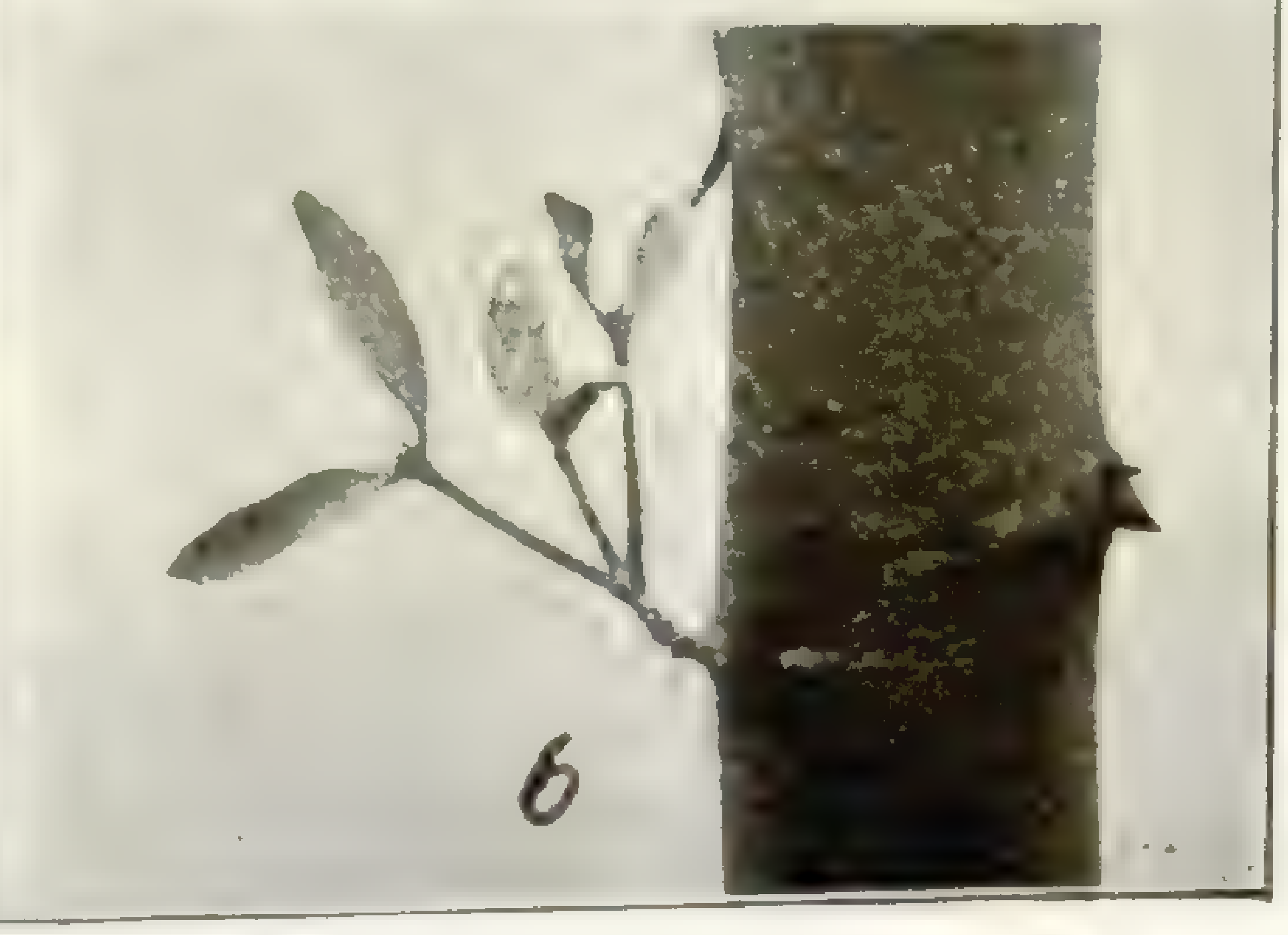

7


1

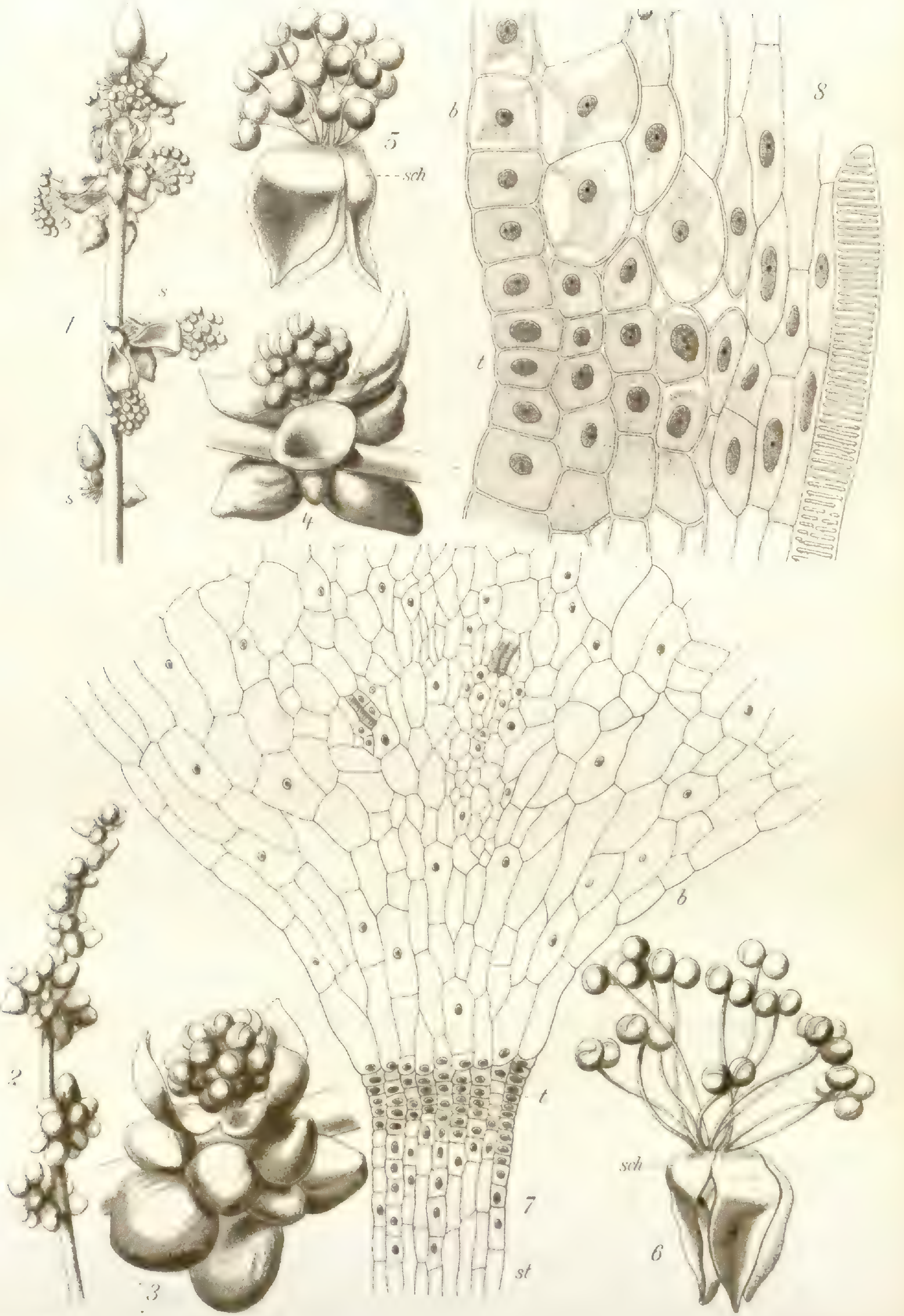

3


4

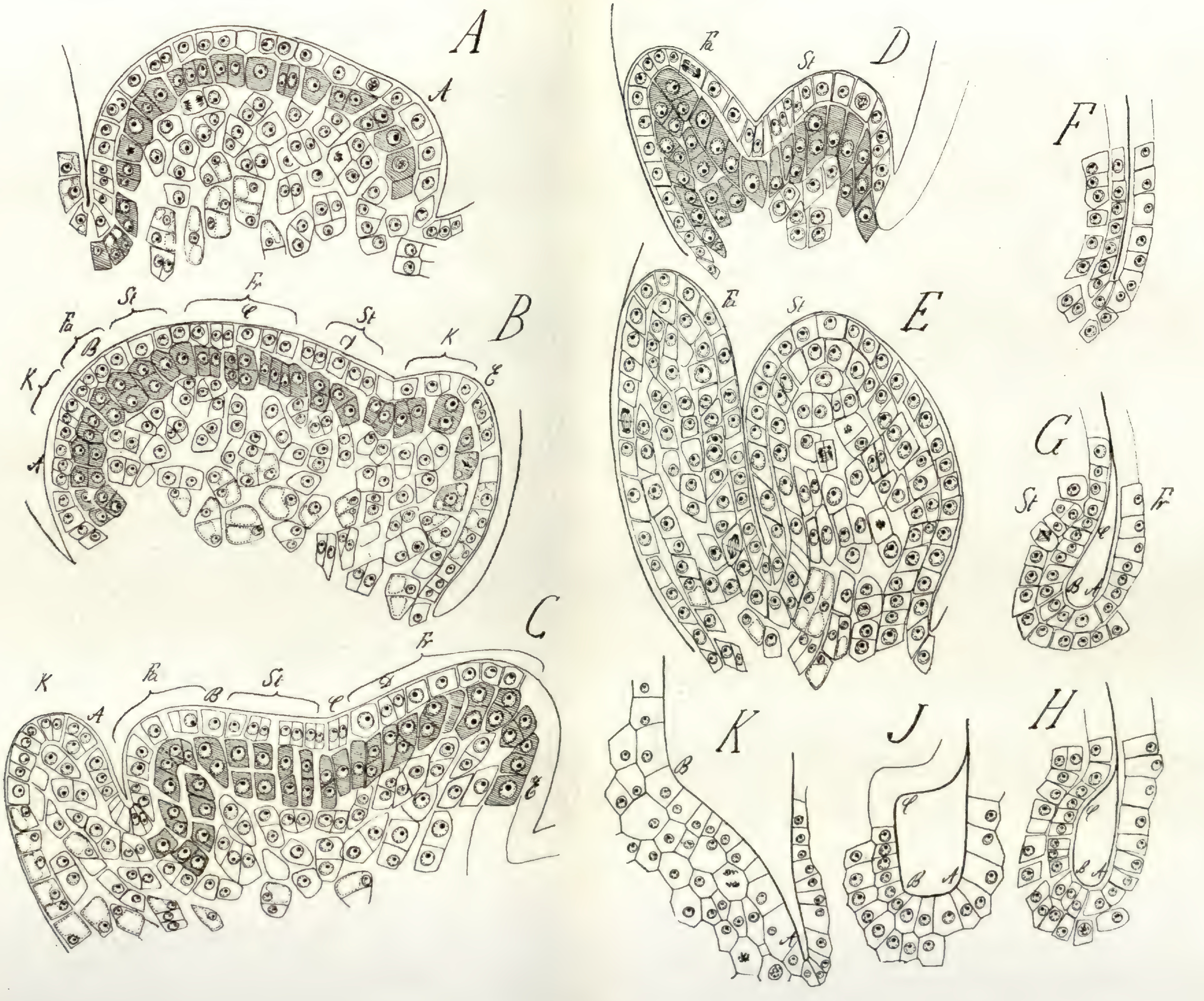

5


6

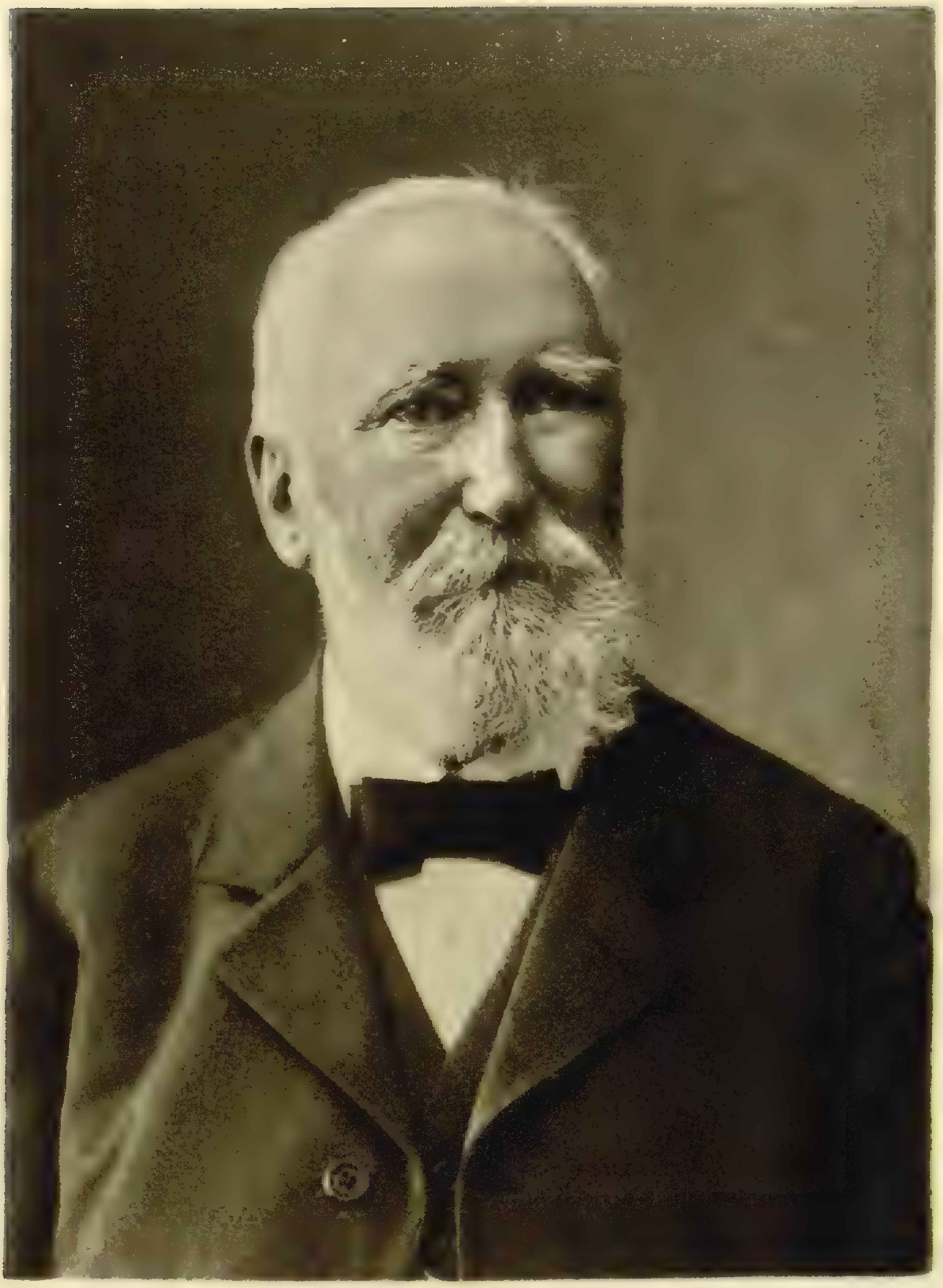
Prof. Ad. Wagner phot.


1
s
s
5
sch
4
8
b
t
7
b
t
st
2
3
6
sch

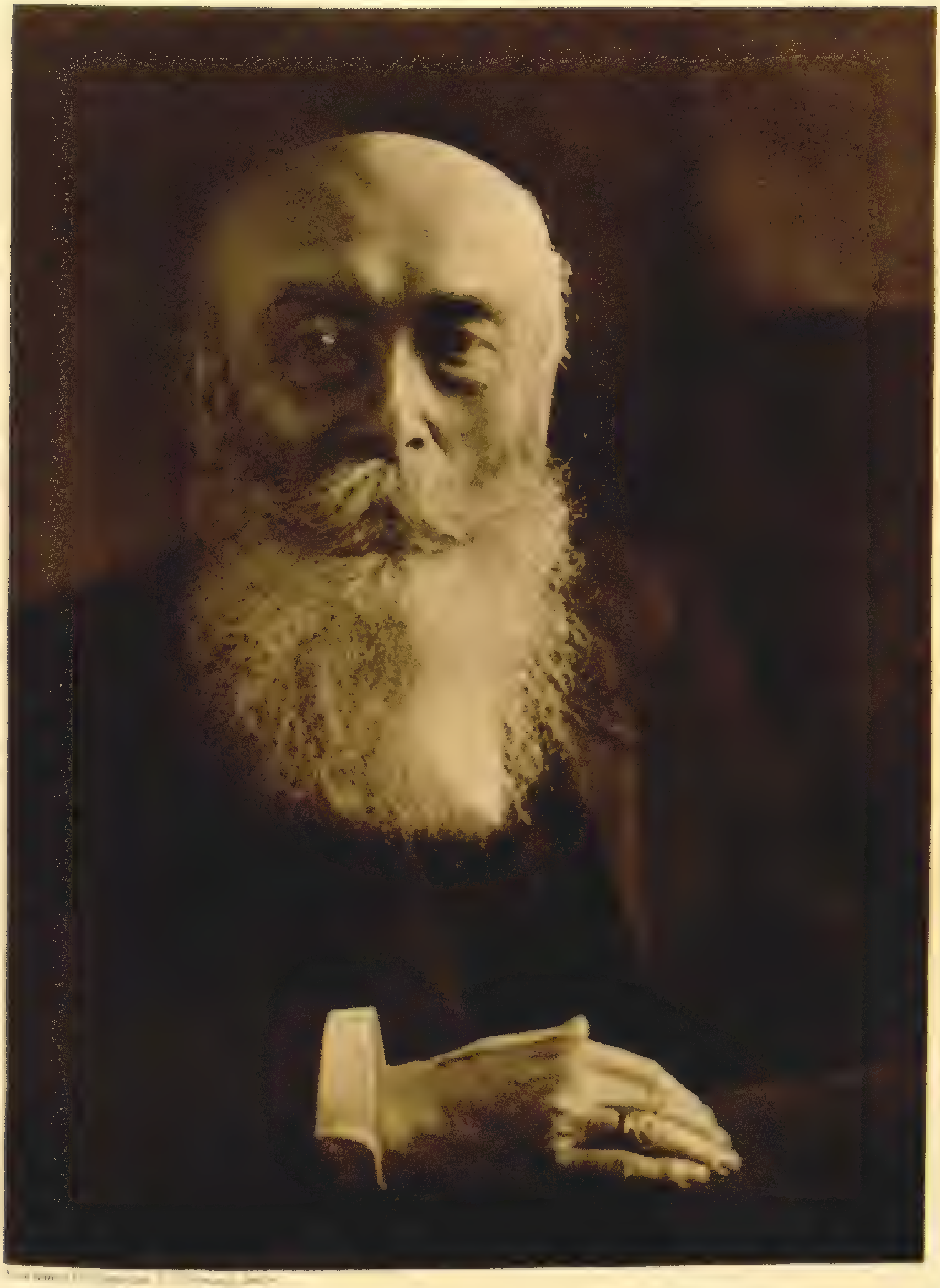
E. Laue lith.


A
A
B
Fa
St
Fr
C
St
D
K
E
K
B
A
C
K
A
Fa
B
St
C
Fr
D
E
D
Fa
St
F
E
Fa
St
G
St
Fr
C
B
A
K
B
A
J
C
B
A
H
C
B
A

Max Schulze



Hildebrand



L. Kny.

J. Wiesner

Pages numbered (1) and (2) are not in this book.

Page missing from book at time of scanning.

botanicus

Anlage.

Rechnungsablage für das Jahr 1915.

			M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1915			19 537	20		
Einnahmen:						
Mitgliederbeiträge.						
(Zu zahlen sind für 1915:						
447 Mitglieder je 20 M.		= 8 940 M.				
davon vorausbezahlt	200,— M.					
1915 bezahlt	8 740,— „	8 940 „ (w.v.)				
Gezahlt wurden 1915:						
für 1915: a) Beiträge	8 740,— M.					
b) Mehrzahlungen	1,65 „					
„ frühere Jahre	60,— „					
„ spätere Jahre	20,— „	8 821,65 M.				
Zinsen aus dem Depot und Kontokorrent		772,30 „				
Gewinnanteil an Band XXXIII		310,80 „				
Honorare für Vorträge		210.— „	10 114	75	29 651	95
Ausgaben:						
Band XXXIII der Berichte, 453 Exemplare			4 140	25		
Formulare und Drucksachen			221	55		
Honorare			1 960	—		
Ehrungen			131	45		
Wissenschaftliche Vorträge u. dgl.			503	02		
Porto:						
für Schriftwechsel		85,24 M.				
für Versendung der Berichte		730,70 „	815	94		
Sonstiges			229	45	8 001	66
Vermögen am 31. Dezember 1915					21 650	92
Es haben betragen:						
die Einnahmen aus den Beiträgen		8 821,65 M.				
die Ausgaben		8 001,66 „				
so daß die Einnahmen um		819,99 M.				
höher sind als die Ausgaben.						

Bei 447 zahlenden Mitgliedern entfallen auf jedes Mitglied 19,73 M. Einnahmen, 17,90 M. Ausgaben.

Voranschlag für 1916.

		M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1916		21 650	29		
Einnahmen:					
Beiträge (500 je 20 M.)	10 000,— M.				
Zinsen	800,— „				
Gewinnanteil	349,71 „				
Honorare für Vorträge	200.— „	11 349	71	33 000	—
Ausgaben:					
Berichte		6 500	—		
Formulare und Drucksachen		350	—		
Honorare		1 960	—		
Ehrungen		250	—		
Wissenschaftliche Vorträge u. dgl.		500	—		
Porto		1 200	—		
Sonstiges		240	—	11 000	—
Vermögen am 31. Dezember 1916				22 000	—

Berlin-Dahlem, den 15. Juni 1916.

Der Schatzmeister: APPEL.

Geprüft und richtig befunden.

Berlin-Dahlem, den 6. Juli 1916.

M. O. REINHARDT. G. LINDAU.

Nachrufe.

Max Schulze.

Von
H. DINGLER[1]).
(Mit Bildnistafel.)

Gelegentlich einer Untersuchung der Gesamtvegetation einer Bergwiese im Spessart stieß ich auf einige Rosenformen, deren richtige Bestimmung mir aus pflanzengeographischen Gründen wichtig schien, aber unerwartete Schwierigkeiten bereitete. Schließlich wendete ich mich deswegen an den längst als ausgezeichneter Florist und Systematiker und namentlich auch als einer der besten Rosenforscher bekannten MAX SCHULZE in Jena. Ich empfing sehr freundliche und entgegenkommende Antwort. Aus diesem „Anklopfen“ und „Herein“ entstand ein dauernder Brief- und Gedankenwechsel und schließlich nahe freundschaftliche Beziehungen, die mich gelegentlich der nicht seltenen Durchquerungen Thüringens, wenn irgendmöglich einen Abstecher nach Jena machen ließen, wo Freund SCHULZE schon seit dem Jahre 1878 wohnte. Der von mir hochgeschätzte Mann lebte hier als älterer Junggeselle mit einer Nichte, Fräulein MARGARETHE KLEE, welche sein Hauswesen führte, mit ihm arbeitete und seine ständige Begleiterin auf den botanischen Ausflügen war.

Schon als ich M. SCHULZE im Jahre 1903 zum ersten Male besuchte, fand ich ihn leidend. Ein altes Lungenübel zehrte an seiner Kraft, machte die Nächte unerquicklich und verzehrte ihn im Winter vor Sehnsucht nach Sonne und Wärme. Bei meinen wiederholten Besuchen im Laufe der Jahre trat der Fortschritt seiner Krankheit leider immer mehr hervor und kaum einer seiner sehr zahlreichen Briefe an mich war ohne Klage über sein zunehmend schlechteres Befinden. Der Sommer brachte zwar immer wieder zeitweilige Besserung, konnte aber den allmähligen Verfall nicht hindern. Dabei war er fortwährend in regster systematischer Tätigkeit. Von allen Seiten strömte ihm „fremdes Heu“, wie er's mit Humor nannte, zu, namentlich Orchideen und Rosen, welches er gewissenhaft durchstudierte und oft mit reichlichen und wertvollen Bemerkungen versehen an die Besitzer zurückschickte.

---

[1]) Gegen Ende 1915 war ich aufgefordert worden, einen Nachruf auf MAX SCHULZE für das Schlußheft des Jahrgangs 1915 zu schreiben, indessen war es mir damals mangels genügender Unterlagen unmöglich. Erst im Jahre 1902 bin ich mit dem Verewigten in Verbindung getreten.

Als ich mich wegen der kritischen Rosen an ihn wandte, schrieb er mir, er hätte zwar die Absicht gehabt keine weiteren Korrespondenten mehr anzunehmen, er wolle jedoch eine Ausnahme machen und ich möchte ihm mein Material schicken; er habe sich eigentlich schon längere Zeit nicht mehr so viel mit Rosen beschäftigt und müsse sich selbst erst wieder mehr hineinleben. Praktisch war freilich davon nichts zu bemerken, er war und blieb ein ausgezeichneter Kenner der mitteleuropäischen Rosenformen, dessen Blick rasch und sicher und dessen Urteil immer schwerwiegend war.

Max Schulze war ein großer stattlicher Mann von guter Haltung. Wenn man ihn besuchte mußte man ein Glas Wein mit ihm trinken und eine Zigarre rauchen. Rauchen war ihm Lebensbedürfnis. Die lebhafte Unterhaltung war gewürzt mit mancher guten, witzigen oder sarkastischen Bemerkung. Seine stehende Klage war, daß die früher so überaus reiche wilde Vegetation der Umgebung von Jena zusehends verarme, daß fortschreitende Kultur, namentlich künstliche Bewaldung eine Menge der interessantesten Gewächse, namentlich auch die interessantesten Rosenformen vernichtet habe und fortdauernd weiter vernichte. Öfters schnitt er die Frage an, ob es angezeigt sei, eine Flora von Jena zu schreiben. Er hatte seine besonderen Gedanken darüber, die mit der Zeit etwas wechselten. Noch am 26. Januar 1904 hatte er mir geschrieben: „Gewissermaßen bin ich Ihnen für Ihren Wunsch, von mir Rosen zu erhalten, sehr dankbar! Die Ernte von 1903 wäre jedenfalls noch lange unbestimmt liegen geblieben. Ich glaube das waren seit 15 Jahren die ersten Rosen die ich einsammelte. Ich möchte mich gern wieder ausschließlich mit diesem schönen Genus beschäftigen. Aber mein Lebensziel ist eine Art Flora von Jena“. Leider dauerte es nach dieser letzten klaren Absichtsäußerung nicht mehr sehr lange, daß er meist nur mehr von seiner „ursprünglichen Absicht“ sprach. Es ist mir gar kein Zweifel, daß neben der starken Inanspruchnahme durch seine lange fortgesetzten umfassenden Orchideen-Studien die durch das zunehmende schwere Lungenleiden geschwächte Arbeitskraft ihn an der Ausführung des Planes hinderte. Er pflegte später noch manchmal zu äußern „ich werde wohl nicht mehr dazu kommen.“

Ich freute mich immer wieder auf den nächsten Besuch bei ihm und auch er schien von unseren Zusammenkünften sehr befriedigt. Zu Exkursionen, die ich gerne mit ihm gemacht hätte kamen wir aber nur ein einziges Mal. Auf meinen Wunsch führte er mich am Landgrafenberg zu einem Standort der bei Jena mehrfach verbreiteten *Rosa omissa* Désegl., einer der Filzrose (*R. tomentosa* Sm.) nahestehenden Untergruppe, welche eine gewisse Hinneigung zu der verwandten Gruppe der Villosen zeigt. Ich legte Wert darauf, die „Art“, welche er eingehend studiert hatte, an einem der von ihm entdeckten natürlichen Standorte lebend zu sehen. Er bemerkte dabei gelegentlich: „Im Grund genommen ist die ganze *omissa*, wenigstens unsere Jenenser Formen, eine Gruppe von *tomentosa*-Formen“. Ich mußte ihm darin beistimmen.

In den letzten Jahren beschäftigte sich M. SCHULZE neben Orchideen, Potentillen, *Veronica*- und *Asplenium*-Arten und den mit besonderem Interesse verfolgten *Alectorolophus*-Formen besonders noch mit den sehr zahlreichen Unterformen der *Rosa canina* L. im engsten Sinn. Am 30. Januar 1909 schrieb er mir: „Eine Arbeit über die Caninen plane ich auch noch“. Unfehlbar erhielt ich allherbstlich oder im Lauf des Winters ein stattliches Paket mit den Ergebnissen seiner sommerlichen Sammel- und Entzifferungsarbeit. Er lebte, soweit sein körperlicher Zustand erträglich war, glücklich in dieser Tätigkeit. Leider war es aber nicht nur seine kranke Brust, welche ihm das Arbeiten erschwerte, sondern auch seine Augen hatten gelitten. Auf einem Auge hatte er schon vor einigen Jahren das Sehvermögen fast vollkommen eingebüßt. Der behandelnde Augenarzt hatte es von einem kleinen Schlaganfall hergeleitet. Die Behandlung war erfolglos geblieben. Dabei war das gesunde Auge durch die oft tief in die Nacht hinein dauernde Arbeit mit starker Brille und Lupe ebenfalls bereits geschwächt. Sein trotz allem ungeminderter Tätigkeitsdrang zeigte sich in der Klage „es ist traurig genug, daß die Arbeitskraft in älteren Tagen so nachläßt, wenn gleich die Arbeitslust eher zu- als abnimmt.“ Zahlreiche Bemerkungen in seinen Briefen kennzeichnen übrigens seinen trotz allen Krankheitsjammers meist guten Humor.

M. SCHULZE wurde von Museen, Vereinen und privaten Pflanzensammlern namentlich mit Orchideensendungen förmlich überschwemmt und seine Kennerschaft der Familie wurde rücksichtslos ausgenützt. Oft frug man gar nicht mehr erst um die Erlaubnis an, man schickte einfach die Päcke von Herbarorchideen an ihn mit einigen Zeilen und der Schlußbemerkung „im voraus besten Dank“. Dabei ließ man ihn noch das Rückporto tragen.

Darüber — oft wochenlange angestrengte Arbeit und solchen Dank — konnte er freilich manchmal bitter werden, aber seine große Güte hielt ihn doch meist von einer gebührenden Zurückweisung ab. Überaus häufig ist in seinen Briefen die Klage über „foenum alienum“. Über die schwer zu entziffernde Schrift eines befreundeten Floristen, mit dem er 1906/07 wegen Orchideen sehr zahlreiche Briefe wechselte, bemerkt er gelegentlich mit dem altberühmten Wort „docti male pingunt“. Er stand in Verhandlungen wegen Herausgabe eines zweiten großen Orchideenwerkes. Er berichtete mir darüber und meinte, indem er seine Ablehnung begründete: „Da würde es wohl einen unbeendigten Schwanengesang geben“. Über einen Besucher äußerte er sich: „Natürlich nur Orchideen-Mann, aber sonst ein liebenswürdiger Mensch.“ Kurze lateinische Sentenzen liebte er zur Charakteristik sehr. Oft kamen sie zu vorzüglicher Wirkung.

In den letzten paar Jahren überwog die Klage über seine abnehmenden Kräfte. Das Jahr 1911 brachte am 24. November seinen 70. Geburtstag und damit vielfältige Ehrungen. Ehrenmitgliedschaften verschiedener wissenschaftlicher Vereine und kurz nachher die Ernennung zum Professor durch das preußische Kultusministerium. Diese letztere Ehrung von höchster staatlicher Stelle war ihm eine große Genugtuung, der er in dem Dankschreiben auf meinen Gratulationsbrief auch offenen Ausdruck gab.

Bald nach dem Fest befiel ihn eine Rippenfellentzündung, von der er sich erst in den letzten Dezembertagen wieder erholte. Auch Ischias blieb ihm, nach kurzer Zwischenzeit, nicht erspart Mit den Klagen über seine abnehmenden Kräfte mehrte sich auch sein Jammer über die Verarmung der Flora: „Steppen- und pontische Vegetation verschwinden immer mehr.“ Eine der letzten großen Enttäuschungen brachte eine am 22. Mai 1914 ausgeführte Exkursion auf die Rudelsburg, wo „sonst von *Orchis militaris* etwa 2000—2500, von *Orchis tridentata* etwa 1500 Individuen gesellig durcheinander wucherten waren nur noch sehr vereinzelte Pflanzen zu sehen; junge Ahorne und dito Roßkastanien hatten darin Luft gemacht“. Ebenso versetzten die Rosenvernichtung durch Bauern und die unglaubliche Zuschneidung wilder Rosensträucher zu Kugelformen, auf welche die Geschmacklosigkeit eines Jenenser Garten-„Künstlers“ verfallen war, seinem mit Recht an der wunderbaren Eleganz frei gewachsener Rosensträucher sich erfreuenden Naturempfinden schwere Stöße. Auch über die zwecklose Aussaat ausländischer Kräuter an allen möglichen Stellen um Jena beklagte er sich bitter. —

Diese persönlichen Erinnerungen an den Verewigten mögen als vielleicht beste Charakteristik zur Einleitung des kurzen Lebensabrisses dienen, zu welchem ich nunmehr übergehe[1]).

In seiner Vaterstadt Neuhaldensleben erblickte CARL THEODOR MAXIMILIAN SCHULZE das Licht der Welt am 24. November 1841. Die Familie stammt aus dem Magdeburgischen. Der Vater war Jurist, lebte aber später als Privatmann und Stadtältester. Die Mutter, eine geb. HÖLZKE, Tochter eines Apothekers, starb bei der Geburt. Der Knabe kam schon mit 4 Jahren in die Schule und trat von dieser in das humanistische Gymnasium im Kloster zu Unserer lieben Frau in Magdeburg über. Er scheint, wie das bei jungen Leuten von ausgeprägt naturwissenschaftlichen Neigungen sehr häufig ist, nicht gerade immer ein Musterschüler im Sinne seiner Lehrer gewesen zu sein, wenigstens soll er einmal auf das Zeugnis „könnte nach seinen Fähigkeiten besser sein“ von seinem gestrengen Herrn Vater eine Ohrfeige erhalten haben. Eine gewisse schauspielerische Begabung, welche freilich in der Schule nicht besonders anerkannt zu werden pflegt, besaß der Schüler. Er soll seine Lehrer vorzüglich wiederzugeben verstanden haben. Aus der Gymnasialzeit stammte die dauernde Freundschaft mit dem einige Jahre älteren PAUL ASCHERSON, mit dem er bei Magdeburg mehrfach botanische Exkursionen machte. Nach M. SCHULZEs eigener Angabe lernte er den später so hervorragenden Floristen, welcher ohne Zweifel anregend auf ihn wirkte, 1856 kennen.

Nach Erlangung des Gymnasialabsolutoriums trat SCHULZE als Avantageur in das 66. Infanterie-Regiment ein und bestand 1860 die Prüfung zum Portepéefähnrich, welcher die Ernennung am 13. Dezember folgte. Nach Besuch der Kriegsschule zu Erfurt legte er am 1. Dezember 1861 das dortige Schlußexamen mit Erfolg ab und erhielt durch allerhöchste Kabinettsordre vom 4. Januar 1862 das Zeugnis der Reife zum Offizier. Da wollte es sein Unstern, daß er durch einen schweren Sturz vom Pferde beide Beine brach und nach längerem Krankenlager am 25. April als dauernd dienstunbrauchbar aus dem Waffendienste entlassen werden mußte.

---

[1]) Die Grundlage dafür boten die mir von Fräulein MARG. KLEE anvertrauten Papiere, sowie deren mündliche Mitteilungen und brieflichen Notizen. Außerdem mündliche Erzählungen M. SCHULZEs selbst, und für einige Ergänzungen des Verzeichnisses seiner Veröffentlichungen der von E. RETTIG verfaßte Nachruf in den Mitteilungen des Thüringer Botanischen Vereins V., N. F., 1916

M. SCHULZE hätte am liebsten Naturwissenschaften studiert. Seine Neigungen zogen ihn zur Botanik. Doch war sein Vater dafür nicht zu gewinnen. So wählte er jetzt einen Beruf, welcher ihm die Möglichkeit bot mit seiner Lieblingswissenschaft in näherer Verbindung zu bleiben. Er trat als Lehrling in die HAUSKYsche Apotheke in Hadmersleben ein. Später treffen wir ihn in Eckartsberga, dann in Aken a. Elbe und zuletzt in Wünschelberg. Die Gehilfenprüfung bestand er am 8. Juli 1865. Alle seine Prinzipale stellten ihm das beste Zeugnis aus. Es wird berichtet, daß er sich in jener Zeit bereits ein ungewöhnlich reichhaltiges Herbarium angelegt hatte.

Im Herbst 1868 gings auf die Hochschule nach Halle zur wissenschaftlichen Ausbildung. Die Auswahl der gehörten Vorlesungen zeigt uns die Bevorzugung der Botanik. Der glänzende Forscher DE BARY lehrte damals in Halle; SOLMS-LAUBACH war Privatdozent. Bei erstere mwurden außer Pharmakognosie gehört „Grundzüge der Botanik"; über Schimmel und Hefe; über Myxomyzeten. Außerdem beteiligte sich der Studiosus an den botanischen Kolloquien und phytotomischen Übungen. Bei SOLMS-LAUBACH hörte er: „Über Kryptogamen" und „Über die höheren Kryptogamen". Im Frühjahr 1870 wurde das Staatsexamen mit Erfolg abgelegt; das Zeugnis ist vom 21. März datiert. Daß SCHULZE bei seiner heiteren Gemütsart auch frohem Lebensgenuß nicht abgeneigt war, zeigt die Tatsache, daß er das Studentenleben als Korpsbursche der Hallenser Altmärker genoß. Aus manchen Andeutungen aus seinem Munde geht hervor, daß er in dieser glücklichen Zeit auch zu lustigen Streichen wohl aufgelegt war.

Im Jahre 1871 erwarb er eine Apotheke in Hildburghausen und blieb sieben Jahre dort tätig. Dann aber zog es ihn wieder fort. Neben seiner wohl nicht länger zurückzudrängenden Neigung sich ganz dem Studium der Pflanzenwelt zu widmen, zog ihn Jena mächtig an. Die altberühmte Musenstadt, in der sich's „bene leben" ließ, mit ihrer reizvollen Landschaft, ihrer wunderbaren Flora, hatte es ihm schon lange angetan und nur das Widerstreben seines Vaters hatte ihn abgehalten sie für sein Hochschulstudium zu bevorzugen. Jetzt war er frei und konnte seine Schritte lenken wohin es ihn zog.

Die Übersiedelung fand 1878 statt und nun begann eine Zeit des Durchforschens und Studierens der Pflanzenwelt der engeren und weiteren Umgebung von Jena, ein Schwelgen in dem, was M. SCHULZEs eigentliches Glück, seinen innersten Lebensberuf ausmachte. Die floristische Sammlertätigkeit allein konnte ihm übrigens, so sehr sie ihn beglückte, doch nicht voll genügen. Er bedurfte dazu noch einer tiefer gehenden, wissenschaftlichen Arbeit, die ihm nur das eingehende Studium der Verwandtschaftsverhältnisse der Formen polymorpher Gattungen bieten konnte. So sehen wir ihn denn auch bald bei intensiver Beschäftigung mit interessanten Pflanzengruppen, welche in der Jenenser Flora besonders reich vertreten sind. Zunächst zog ihn die seltsame Farben- und Formenbildung der Orchideen-Blüte an. Wo wäre aber auch ein günstigerer Punkt in Deutschland zu finden gewesen, die mitteleuropäischen Orchideen zu studieren als auf dem sonnenreichen Muschelkalk des Saaletals? Seine erste kleine Veröffentlichung behandelt eine Orchidee.

Ebensoreich waren die wilden Rosen um Jena vertreten. Die früher nackten steilen Kalkhänge, welche eine selten reiche Reliktenflora von Steppenpflanzen boten, beherbergten auch ein Fülle interessanter Rosen. Die „junge Morgenschöne" des aufblühenden Heiderösleins mit seinem den Sinn bezaubernden Farbenspiel vom Purpur der Knospe bis zum Fast-Weiß der fallenden Blüte, gleichzeitig an einem fein geschwungenen im Frühlingshauch sich wiegenden zierlichen Zweig — er konnte nicht anders, er brach's Röslein auf der Heiden. Er brach die Röslein der Jenenser Felssteppe und studierte sie mit heißem Bemühen bis in ihre feinsten Sippenbesonderheiten und ihre vielfältigen Kreuzungen und wurde einer der besten Kenner der mitteleuropäischen Formen dieser schönsten aller Blütensträucher der ganzen nördlich gemäßigten Zone. Fast gleichzeitig mit der kleinen Orchideenpublikation erschien auch eine erste kleine Rosenveröffentlichung, welcher einige weitere folgten. Später (1886 u. 1887) behandelte er „Jena's wilde Rosen" in mehreren Publikationen.

Inzwischen hatte sich M. SCHULZE immer tiefer in die Orchideen, sowohl Jena's als überhaupt Mitteleuropas eingearbeitet. 1889 publizierte er seine „Orchideen der Flora von Jena" und Nachträge dazu und 1894 seine Hauptarbeit, das Buch „Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Österreichs und der Schweiz", welches in seiner gründlichen Durcharbeitung, seinen reichen farbigen Tafeln und seiner gesamten Ausstattung ein Prachtwerk darstellt. Er widmete es dem Andenken HEINRICH GUSTAV REICHENBACHs. Vier Nachträge (1897 bis 1902) ergänzten das wertvolle Buch, für dessen ausgezeichnete Illustrationen der Verfasser eine unendliche Mühe aufwendete.

M. SCHULZEs Name wurde durch die genannten Arbeiten als der eines ausgezeichneten Rosen- und Orchideenkenners bekannt und nun wurde er von allen Seiten mit Anfragen und Bitten bestürmt. Von überall her kamen Sendungen von Materialien, aus ganz Mitteleuropa und darüber hinaus. Anfänglich für seine fortgesetzten Orchideen-Studien von höchstem Wert, wurden sie ihm aber doch schließlich zu einer drückenden Last. Bei seiner durch Krankheit immer mehr beschränkten Arbeitsfähigkeit mußte natürlich anderes geplante zurückstehen, vor allem die „Flora von Jena“, für welche er wie kein anderer vor ihm der geeignetste Mann gewesen wäre. Den Schluß bildete die auf dringenden Wunsch ASCHERSONs übernommene sachliche Revision der Orchideen der ASCHERSON-GRAEBNER'schen Synopsis Mitteleuropa's, die ihm manche schlaflose Nacht verursachte, da er öfter mit dem Herausgeber in Meinungsverschiedenheiten geriet.

In den Anfang der 90er Jahre fiel der Beginn seines schweren Lungenleidens oder wahrscheinlich richtiger das plötzliche Akutwerden einer wohl schon lange bestehenden schleichenden Krankheit. Schon sein Vater war ihr erlegen. Immerhin leistete seine sonst gute Konstitution noch lange Widerstand. Trotz allem bearbeitete der Kranke weiter das übersandte Herbarmaterial. Seine unbegrenzte Güte siegte auch bei den übertriebensten Anforderungen. Große Freude machte ihm auf einer der letzten Exkursionen, welche er unternehmen konnte, noch die Entdeckung einer südöstlichen *Alectorolophus*-Form bei Jena.

ASCHERSONs Tod ging ihm sehr nah. Fast 60 Jahre waren die beiden befreundet gewesen. Nach Ausbruch des Völkerringens im Jahre 1914 erklärte er, nur mehr Interesse für den Krieg zu haben. Es war für ihn als echten Patrioten undenkbar, daß wir nicht siegen würden. Leider sah ich ihn nach der Rückkehr von meiner Kaukasusreise nicht mehr. Das letzte was ich von seiner Hand erhielt, war seine Unterschrift unter einer seiner treuen Pflegerin diktierten Karte vom 20. Mai 1915. Wenige Tage später, am 28. Mai schied er. Auf dem stimmungsvollen Jenenser Friedhof ruhen seine Reste.

M. SCHULZE's, als botanischen Forschers Leistung ist eine floristisch-systematische. Er hat nicht nur litterarisch auf diesen Gebieten tüchtiges geleistet, er hat auch durch Bearbeitung der Orchideen und Rosen zahlreicher Herbarien, sowohl öffentlicher Museen als Vereinssammlungen und sehr zahlreicher Privatsammlungen die Kenntnis dieser Gewächsgruppen verbreitet und vertieft und die mannigfachste Anregung gegeben. Eine nicht geringe Arbeit steckt in seinem hinterlassenen Herbarium, welches das Berliner Botanische Museum von den Erben gekauft hat. Diese

Sammlung stellt, wenn man eine alte Bezeichnung gebrauchen darf, eine „Flora viva“ von Jena dar, die eines Bearbeiters harrt, um zu einer wirklichen „Flora von Jena“, zum mindesten einer auch pflanzengeographisch wertvollen Aufzählung der Gefäßpflanzen Jena's zu werden. Eigentlich hätte sich Jena diese Sammlung nicht entgehen lassen dürfen. Es wäre zu wünschen, daß sie vor der Einreihung in das allgemeine Herbarium des Berliner Museums ihren Bearbeiter fände. Daß SCHULZE nicht mehr selbst zu dieser Arbeit kam, ist zu bedauern aber auch zu verstehen.

Als spezieller Gruppensystematiker eines geographischen Gebietes war M. SCHULZE mit seinem guten kritischen Kopf ein vorzüglicher Forscher und hat seinen Platz, soweit es ihm vom Schicksal vergönnt war, redlich ausgefüllt. Als Mensch war er eine liebenswürdige gütige Persönlichkeit, nicht ganz frei von Stimmungen, aber wahr und offen, von zuverlässiger Treue und Beständigkeit.

Verzeichnis der Veröffentlichungen Max Schulzes.

Orchis Haussknechtii (*O. mascula* × *pallens*). Mitt. d. bot. Ver. für Ges.-Thür.; Anhang zu Mitt. d. Geogr. G. Jena. 1884.

Rosa Dufftii. 1884.

Rosa Jenensis. 1885.

Gagea Haeckelii Dufft et M. Schulze. 1885.

Kleine Beiträge zur Flora von Mecklenburg. Abh. d. bot. Ver. der Prov. Brandenburg. 1886.

Jenas wilde Rosen. Mitt. d. bot. Ver. für Ges.-Thür.; Anh. zu Mitt. d. Geogr. G. Jena. 1886.

Jenas wilde Rosen. Mitt. d. bot. Ver. für Ges.-Thür. 1887.

Jenas wilde Rosen. (Nachtrag) 1887.

Aus der Flora von Jena. Mitt. d. bot. Ver. für. Ges.-Thür.; Anh. zu Mitt. d. Geogr. G. Jena. 1888.

Melica Aschersonii (*M. nutans* × *picta*) m. 1889.

Die Orchideen der Flora von Jena. 1889.

Thymus Celakovskyanus M. Schulze. 1890.

Jenas Orchideen. Berichtigungen u. Nachträge. Mitt. d. Thür. bot. Ver. 1891.

Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Österreichs und der Schweiz. Mit 92 Chromotafeln, 1 Tafel in Schwarzdruck und 1 Stahlstich. Gera-Untermhaus. FR. EUGEN KÖHLERs Verlag. (Erschien in 7 Lieferungen 1892—1894). 1894.

Kleinere Mitteilungen. Mitt. d. Thür. bot. Ver. 1896.

Orchis Ruthei. Deutsche botan. Monatsschr. 1897, Heft IX. 1897.

Nachträge zu: Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Österreichs und der Schweiz. Mitt. d. Thür. bot. Ver. 1897.

Weitere Nachträge zu: Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Österreichs und der Schweiz. Österr. bot. Zeitschr. 1898, Nr. 2 u. 3. 1898.

Nachträge zu: Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Österreichs und der Schweiz. III Österr. bot. Zeitschr. 1899, Nr. 6, 7 u. 8. 1899.

Euphrasia minima in Thüringen. Deutsche botan. Monatsschr. 1900, Nr. 8. 1900.

Nachträge zu: Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Österreichs und der Schweiz. IV. Mitt. d. Thür. bot. Ver. 1902.

Heimische Orchideen. 1904.

Zwei neue Bastarde der *Rosa rubiginosa*. Allg. botan. Zeitschr. 1905.

Teilnahme an der Bearbeitung der Orchideen in ASCHERSON-GRAEBNER, Synopsis der Mitteleurop. Flora. 1906/7.

Zwei Disteln und zwei Rosen der Thüringer Flora. Mitt. d. Thür. bot. Ver. 1907.

Alectorolophus glandulosus. Mitt. d. Thür. bot. Ver. 1908.

Über drei *Alectorolophus*-Formen der Jenaer Flora. Allg. Bot. Zeitschrift. 1910.

Weitere kleine Mitteilungen über *Alectorolophus*-Formen der Jenaer Flora. Mitt. d. Thür. bot. Ver. 1914.

Gyula Klein.

Von

GY. VON ISTVÁNFFI DE CSIKMADEFALVA.

Am 21. November starb nach kurzem Leiden Prof. Dr. GYULA (JULIUS) KLEIN zu Budapest im Alter von 72 Jahren.

KLEIN, der über vierzig Jahre die Professur der Botanik an der königl. ungar. Technischen Universität bekleidete, ward am 5. Mai 1844 zu Eperjes (Oberungarn, Komitat Sáros) geboren, woselbst sein Vater als Professor an dem Evangelischen Kollegium wirkte.

Nach dem allzufrühen Tode seines Vaters siedelte er nach Löcse über und wurde als Schüler in das Gymnasium aufgenommen. Hier am Fuße der Hohen-Tátra entwickelte sich rasch und vollends seine Vorliebe für die Biologie. Nach seinem Abiturienten-Examen zog er nach Wien, immatrikulierte sich im Jahre 1864 und seiner ausgesprochenen Neigung folgend, studierte er drei Jahre lang an der Universität Naturwissenschaften, mit großem Eifer und schönem Erfolge.

Im Herbstsemester von 1867 finden wir ihn schon zu Zürich, wo er mit staatlichen Unterstützungen der ungarischen Regierung zwei Semester am Polytechnikum zubrachte. Im nächsten Jahre wendete er sich nach München, woselbst er ebenfalls zwei Semester (1868/69) seinen Lieblingsstudien oblag.

Während seiner Universitätsjahre hat KLEIN die Botanik als sein eigentliches Studium früh erkoren und waren seine Universitätslehrer, speziell UNGER, CRAMER, HEER, NÄGELI in dieser Richtung von anregendem Einfluß gewesen. — Im Laboratorium von NÄGELI in München begann er seine Untersuchungen über *Pilobolus*, deren Resultate bald in den Abhandlungen der ungarischen Akademie der Wissenschaften und später verdeutscht in PRINGSHEIM's Jahrbüchern erschienen sind.

Im Jahre 1869 zog er nach seinem Vaterlande, nach Ungarn, zurück und wurde in der Hauptstadt, an der Realschule von Buda, Supplent. Im folgenden Jahre trat er als Assistent an der Technischen Hochschule ein, bald habilitierte er sich und wurde zum Supplenten, um kurze Zeit darauf (im Oktober 1872) zum ordentlichen Professor ernannt zu werden und so hatte er den seltenen Vorzug, mit 28 Jahren eine selbständige Stellung gewonnen zu haben.

Als Ordinarius wirkte er ununterbrochen bis 1914, als er in den Ruhestand trat. Während seiner langen Lehrtätigkeit an der Technischen Universität wurde ihm durch das Vertrauen seiner Kollegen das Dekanat der Chemischen und Allgemeinen Fakultät des öfteren übertragen und bekleidete er im ganzen durch 6 Jahre diesen ehrenvollen Posten.

Zur Anerkennung seiner wissenschaftlichen Tätigkeit hat ihn die ungarische Akademie der Wissenschaften schon im Jahre 1883 in die Reihe der korrespondierenden Mitglieder erkoren, und wurde er im Jahre 1898 zum ordentlichen Mitgliede erwählt. Von der Académie des Sciences von Paris erhielt er 1884 für seine Untersuchungen über *Vampyrella*, sowie über die Krystalloide der Meeresalgen, ein „Encouragement“ aus dem Fonde der Desmazières-Stiftung.

Die königl. ungar. Franz-Josefs Universität zu Kolozsvár zeichnete ihn mit der philosoph. Doktorwürde, honoris causa, (1910) aus.

Eine rege und ersprießliche Tätigkeit entfaltete KLEIN außer in der Akademie der Wissenschaften — auch in dem Naturwissenschaftlichen Vereine (Természettudományi Társulat) von Budapest, wo er auch als volkstümlicher Vortragender gern gehört wurde und eine Reihe von interessanten populären Vorträgen zum Besten gab. Im inneren Leben des Vereines hat er auch große Verdienste gesammelt, in seiner Eigenschaft als Ausschuß-Mitglied nahm er immer lebhaften Anteil an den Geschäften, und als die Botaniker im Schoße des Vereins zu einer besonderen Sektion zusammentraten, wurde er zum Vizepräsidenten und bald nach dem Tode von Prof. JURÁNYI — zum Vorstande der Botanischen Sektion des königl. ungar. Naturwissenschaftlichen Vereins (Királyi Magyar Természettudományi Társulat) — Budapest gewählt. Er bekleidete diesen Posten mit großem Ehrgeize und nie erschlaffendem Pflichtgefühle wie auch mit liebevoller Anhänglichkeit während zwanzig Jahre und 1913, als er den Präsidentenstuhl zum allgemeinen Bedauern verließ, hat ihn die dankbare Vereinigung der ungarischen Botaniker — seine großen Verdienste um die botanische Sektion würdigend — zu ihrem Ehrenpräsidenten erwählt, und vertraute ihm auch die Redaktion der deutschen Revue von der in magyarischer Sprache herausgegebenen „Botanikai Közlemények", dem Organe der genannten Sektion, an.

Ich möchte noch mit ein paar Worten KLEINs als Lehrer gedenken; galt auch seine Haupttätigkeit im wesentlichen der Akademie und dem Naturwissenschaftlichen Vereine, so erntete er doch die schönsten Erfolge auf der Lehrkanzel der Botanik.

Während seiner langen, über 42 Jahre reichenden Lehrtätigkeit hatte KLEIN in zweierlei Richtungen Vorlesungen zu halten: für die Techniker trug er technische Mikroskopie vor und las auch über technische Pflanzen, andrerseits hörten die Lehramtskandidaten von der Universität allgemeine Botanik und eventuell auch Systematik bei ihm.

Viele, die bei KLEIN gehört haben, erinnern sich noch mit warmer Anerkennung seiner anregenden Kollegia, denn die Lehrtätigkeit, die er entfaltete, hatte er mit wirklicher Begeisterung ausgeübt und verfehlte auch nicht den richtigen Eindruck. Als Lehrer war gleich von Anfang an sein leitender Gedanke geworden, daß man nur die wesentlichsten und genügend begründeten Tatsachen mitteilen darf und in wohl durchgearbeiteter klarer Fassung trug er wirklich die Principia der Scientia amabilis vor und führte in dieser Art mit bestem Erfolge die Anfänger an den wohlbekannten und gefürchteten Schwierigkeiten des Gegenstandes vorbei. Wie in seinen Vorlesungen, so war er auch in der Leitung der Praktika, er verstand es ausgezeichnet, durch Eindringlichkeit und durch das rechtzeitige Hervorheben, Betonen des Wesentlichen, das Verständnis zu fördern und zeitigte wirklich schöne Früchte seiner mit Begeisterung ausgeübten Bemühungen auf dem Felde der Lehrtätigkeit.

KLEIN leitete immer persönlich die praktischen Arbeiten über technische Mikroskopie, wie auch die Demonstrationen. An der Spitze seines Lehrpersonals war er unermüdlich bestrebt, daß ein jeder Praktikant das Gesehene richtig wiedergeben, auffassen und deuten konnte — und während dieser drei Stunden dauernden Übungen hat er immer die größte Leistung zu Tage gefördert, und war er am wenigsten erschöpft.

Ungeachtet dessen, daß KLEIN im eigentlichen Sinne des Wortes keine Schüler erzog, war er doch mit allen Kräften bestrebt, die an der Lehrkanzel während der Reihe der Jahre als Assistenten eventuell Adjunkten tätig gewesenen jungen Kräfte, ihre Arbeiten und weitere Ausbildung, zu unterstützen und speziell ihre Bestrebungen auf dem Gebiete der technischen Botanik zu fördern.

Von seinen Hilfskräften erwähnen wir R. FRANCÉ, den bekannten biologischen Schriftsteller, den Dozenten Dr. GÉZA, V. ENTZ junior, den erfolgreichen Hydrobiologen, — den außerordentlichen Professor an der Universität Budapest Dr. J. V. TUZSON, der seine tüchtigen Untersuchungen über den falschen Kern der Rotbuche noch als Adjunkt von Prof. KLEIN ausgeführt hatte, oder den Dozenten Dr. F. HOLLENDONNER, der seine ausführlichen Forschungen über die Anatomie des Coniferenholzes, ebenfalls als weiland KLEINs Adjunkt, zum Abschluß brachte.

Wenn wir jetzt eine kurze Übersicht KLEIN's wissenschaftlicher Produktion zusammenstellen, so nehmen wir in der Reihenfolge seiner Arbeiten eine Unterbrechung war — und zwar entspricht diese Periode den Jahren, die im allgemeinen durch energische Schaffenskraft gekennzeichnet werden.

Dies hat für ihn einen tiefschmerzlichen Grund gehabt; als seine hochgeliebte Frau in unheilbare Krankheit verfiel, opferte er sich viele Jahre lang ganz der liebevollen Pflege mit der größten Hingebung, wodurch auch seine Gesundheit und Gemüt arg hergenommen wurde. Nach dem Ableben seiner treuen Gefährtin dauerte es noch lange, bis er sich zusammenraffen und seine Arbeiten fortsetzen konnte.

KLEIN begann seine schriftstellerische Laufbahn im Jahre 1869 70 — kurz als er nach seiner Heimat zurückkam mit einigen Artikeln. Diese behandeln die Rolle der Pflanzenphysiologie in der Organisation und Arbeitsplan der landwirtschaftlichen Versuchsstationen (1), deren Errichtung in Ungarn er auch kräftig befürwortet hat (3).

Er vertritt in diesen Arbeiten den Standpunkt, daß man der Pflanzenphysiologie (3) bis dahin nicht die gebührende Stelle eingeräumt hatte, und er verficht den uns jetzt so selbstverständlichen Satz, es müssen den Chemikern auch Pflanzenphysiologen beigegeben werden.

Die ersten selbständigen wissenschaftlichen Untersuchungen, womit KLEIN auftrat, waren den niederen Lebewesen und speziell den Kryptogamen gewidmet. Schon bei NÄGELI begann er seine *Pilobolus*-Arbeit (5, 6, 7) im Jahre 1869; daß er den Zeitpunkt richtig erkannt hat, beweisen eben die kurz darauf erschienenen monographischen Untersuchungen VAN TIEGHEMs[1]) über die *Mucorini*-Reihe.

In PRINGSHEIMs Jahrbüchern hat er dann im Jahre 1872 die ausführliche Arbeit über *Pilobolus* (6a) veröffentlicht, allerdings wurden die Zygosporen als Fruchtträger-Anlagen aufgefaßt, das kann uns aber nicht befremden, wenn wir den damaligen Auffassungen Rechnung tragen. Nach seiner Meinung kommen Zygosporen am Mycelium des *Pilobolus* im Pferdemist nicht vor, „falls sich nicht etwa noch später die Anlagen bei *Pilobolus microsporus* als Zygosporen, die bei *P. crystallinus* dagegen als Azygosporen herausstellen sollten.“ Es soll gleich im Anfange hervorgehoben werden, daß KLEINs Schilderungen der beobachteten Erscheinungen immer sehr genau und bis in die kleinsten Details sehr ausführlich ausgearbeitet sind.

KLEIN befaßte sich auch mit *Botrytis* (5), in seiner in den Verhandlungen des Wiener zoologisch-botanischen Vereins erschienenen Abhandlung. Seine Angaben beziehen sich, mit heutiger Terminologie bezeichnet, auf die Hapteren, bezüglich auf die Sclerotien-Anlagen, deren Entwicklungsgang dann später durch den Schreiber dieser Zeilen in seinen Studien über die „Edelfäule“ der Weinrebe eingehend verfolgt wurde.[2])

Von den niederen Lebewesen hat KLEIN die Gattung *Vampyrella* und Verwandten zum eindringlichen Studium auserkoren und damit das Grenzgebiet zwischen Tier- und Pflanzenreich gestreift. Seine diesbezüglichen Abhandlungen (25 bis 28a) sind alle in dem Zeitraum von 1881 bis 1882 erschienen. Als erfolgreicher Forscher schilderte er die Entwicklung von vier Arten (darunter drei ganz neue) von Vampyrellen und hat die Kenntnis dieser interessanten Organismen wesentlich gefördert.

Die ausführliche Arbeit wurde in den Abhandlungen der ungarischen Akademie der Wissenschaften und bald darauf ver-

---

1) VAN TIEGHEM hat den *Pilobolus crystallinus* Klein (non *Pilobolus crystallinus* WIGGERS, Tode) ihm zu Ehren *P. Kleinii* benannt.

2) ISTVÁNFFI, Gy. de. Etudes microbiologiques et mycologiques sur le rot gris de la vigne (*Botrytis cinerea* — *Sclerotinia Fuckeliana*). Annales de l'Institut Ampélologique Roy. Hongr. Budapest III. 4. 1905. 183—360. Pl. XIV—XXI.

deutscht, auch in dem Botanischen Zentralblatte herausgegeben. Im ersten Teile beschrieb KLEIN zuerst eingehend den Entwicklungsgang von *Vampyrella variabilis* Klein, *V. vorax* Cnk., *V. pendula* Cnk., *V. inermis*, Klein *und V. pedata*, Klein. Ferner schilderte er noch den Lebensgang des von ihm entdeckten *Monadopsis vampyrelloides*, Kopulation und Dauersporenbildung konnte er bei *Monadopsis* nicht beobachten, dagegen zeigen die echten *Vampyrella*-Arten beides. Aber nicht nur der Werdegang dieser interessanten Wesen beschäftigte ihn, die systematische Stellung der eigentümlichen Gruppe hat er auch eingehend gewürdigt — im weiteren Verlaufe seiner Arbeit. Nach seiner Auffassung sollte für diese Lebewesen eine neue Familie errichtet werden, und er nannte solche die Familie der Hydromyxaceae. Daraus entstand freilich später die erste Familie der Monadineae Azoosporeae von ZOPF: die Vampyrellaceae, dagegen wurde KLEINs Stellungnahme vollends gewürdigt, als er die Vampyrellen mit den entwickelteren Rhizopoden in Verbindung brachte.

Die französische Ausgabe seiner Studien über *Vampyrella*, die er in der Revue des Sciences Naturelles erscheinen ließ, (26 b) und zusammen mit der Arbeit über die Krystalloide der Meeresalgen für den „Concours“ um den Desmazières-Preis einsandte, brachte ihm seitens der Académie des Sciences de Paris eine Anerkennung in Form eines „Encouragement“ im Werte von 500 Francs aus dem Fonde der Desmazières-Stiftung.

Anknüpfend an die Angaben von COHN (Krystalloide bei *Bornetia* 1867) und CRAMER (Rhodospermin 1861), hat KLEIN schon im Jahre 1871 (7, 7 a) das Vorkommen von farblosen Krystalloiden in getrockneten Florideen nachgewiesen; später gelang es ihm sowohl bei weiteren Florideen (15 Arten), als auch bei grünen Meeresalgen (5 Arten) das Vorkommen ähnlicher Gebilde eingehend zu studieren (16, 16 a, 17); somit vertiefte er um ein beträchtliches die Kenntnis dieser interessanten Inhaltskörper, die er auch in der lebenden Pflanze zu studieren vermochte. In physiologischer Beziehung werden die Krystalloide von ihm als provisorische Reservestoff-Ansammlungen aufgefaßt; der augenblickliche Überschuß der Proteinstoffe soll in Form von Krystalloiden ausgeschieden werden, diese Reserven sollen später vielleicht bei der Sporenbildung zur Verwendung kommen. Er bemerkt noch, daß das Zustandekommen von Krystalloiden von gewissen Bedingungen abhängt, welche nicht immer vorhanden sind, was schon daraus ersichtlich ist, daß solche nicht immer bei allen Exemplaren einer und derselben Art zu finden sind.

Um seine, auf Meeresalgen bezüglichen Studien fortsetzen zu können, unternahm KLEIN im Jahre 1876 eine Studienreise nach Fiume und Triest. Das Material, das er während der Reise gesammelt, hatte ihn in Stand gesetzt, auch noch weitere, auf Krystalloide sich beziehende Beobachtungen anstellen zu können; als ein anderes Resultat mag hervorgehoben werden, daß er in seiner im Jahre 1877 erschienenen Arbeit (12) den Siebröhren entsprechende Gebilde bei zwei Florideen beschrieb, und er folgerte aus diesen Beobachtungen: daß die Siebröhren nicht ausschließlich als charakteristische Elemente der Gefäßbündel auftreten, und daß sie wahrscheinlich auch bei anderen Florideen zu finden sind. Immerhin ist es eine interessante Tatsache, daß KLEIN lange vor WILLE bei den Algen diese Gebilde richtig gedeutet hatte.

KLEIN hat seine cytologischen Untersuchungen noch mit dem Studium der von ihm entdeckten Krystalloide der Zellkerne von *Pinguicula* ergänzt. Die Krystalloide, von deren Vorkommen in den Zellkernen KLEIN schon in seiner Arbeit über den Insektenfang von *Pinguicula alpina* kurz Erwähnung getan hatte (18, 18a). bildeten den Vorwurf zu einer neuen Abhandlung, worin solche mit den ähnlichen Gebilden bei *Utricularia* behandelt worden sind (22, 22a). Er studierte die fraglichen Gebilde an den beiden Arten von *P. alpina* und *P. vulgaris* und das ungarische Material aus der Hohen Tatra (Tátrafüred) von *Pinguicula alpina* bot ihm eine ausgezeichnete Gelegenheit zur Vervollständigung seiner früheren Beobachtungen.

In den Epidermiszellen und besonders schön in den Stielzellen der Drüsen sind die Krystalloide zu beobachten. Sie sind nach ihrer Form als dünne quadratische Täfelchen aufzufassen, ihre Anzahl in demselben Kern kann auf 20 steigen, in älteren Zellen finden sich noch mehr in einem Kern. Die Krystalloide von *P. alpina* scheinen etwas widerstandsfähiger zu sein als diejenigen von *P. vulgaris*, die, wenn die Kerne dem Zellsaft ausgesetzt werden, sofort verschwinden. Die Krystalloide von *Utricularia* teilen diese leichte Veränderlichkeit mit denen von *Pinguicula*.

Zumal am Ende der Arbeit kommt KLEIN zu der Auffassung, daß die in näherer verwandschaftlichen Beziehung stehenden Pflanzen dies selbst in bezug auf das Auftreten der Krystalloide in ihren Zellkernen bestätigen.

Von den speziell anatomischen Arbeiten KLEINs sollen zuerst diejenigen vom Jahre 1872 hervorgehoben werden (8. 9), welche die Anatomie der jungen Coniferenwurzeln behandeln. REINKE entgegen wies er nach, daß dessen Satz: „ein Perikambium im Sinne der Mono- und Dicotylen existiert bei *Pinus* nicht“ (Bot. Ztg. 1872. S. 52), für *Pinus Picea* und *P. Larix* keine Geltung haben kann. Und bald das Feld seiner Untersuchungen erweiternd, fand er bei allen von ihm studierten Coniferenwurzeln ein deutliches Perikambium, welches sowohl nach Lage, als nach Wert mit dem Perikambium der Mono- und Dicotylen übereinstimmt (9).

Wir möchten hier noch des weiteren die gemeinschaftlich mit F. SZABÓ veröffentlichten Studien: „Beiträge zur Kenntnis der Wurzeln der Roßkastanie“ erwähnen. In den Jahren 1878 und 1879 machte KLEIN die interessante Beobachtung, dass „bei *Aesculus*“ „allgemein die letzten Auszweigungen der Wurzeln keine Haube zu besitzen“ scheinen. Dabei verlängern sich genannte Auswüchse, die er als haubenlose Würzelchen bezeichnen will, entweder überhaupt nicht, sondern sterben bald ab; oder sie wachsen unter gewissen Umständen weiter und bilden teils einen haubenlosen Auswuchs, teils verlängern sie sich bedeutend, bilden eine Wurzelhaube und werden so zu normalen Wurzeln.

Ein Sommeraufenthalt in der Steiermark im Jahre 1878 gab KLEIN die Gelegenheit, die von CH. DARWIN für *Pinguicula vulgaris* angegebenen Verhältnisse an der Hand von Fütterungsversuchen auch an *P. alpina* zu prüfen. Bei dieser Gelegenheit widmete er sich aber auch dem Studium der anatomischen Verhältnisse (18, 18a). Als besonders interessant hob er die Gestaltung der Drüsen der Blätter hervor. Speziell aus dem Auftreten der ungestielten Drüsen auch an der Blattunterseite, wo sie schwach entwickelt sind, folgert KLEIN den Satz, daß die *Pinguicula*-Arten einst nur einerlei und zwar nur ungestielte Drüsen hatten, und nur mit der Zeit entwickelten sich auf der Oberseite die stärkeren, ungestielten wie auch gestielten Formen, womit dann auch die Fähigkeit der Blätter zum Fang und Nutzbarmachen der Insekten Hand in Hand ging.

KLEIN befaßte sich mit besonderer Vorliebe mit teratologischen Beobachtungen (19b, 31, 32, 33, 33a), seine diesbezüglichen Arbeiten, in welchen die Bildungsabweichungen an Blättern im speziellen behandelt werden, sind im Laufe des Jahres 1896 in deutscher Ausgabe in PRINGSHEIMs Jahrbüchern erschienen (33 a.) In diesen Studien schlug KLEIN einen in der Teratologie weniger betretenen Weg ein. Wie schon MÖBIUS bemerkte, „bisher hatte man sich in der Teratologie hauptsächlich damit begnügt, einzelne zufällig gefundene Fälle zu beschreiben, daraus allgemeinere Folgerungen zu ziehen, war man nicht berechtigt. KLEIN ist systematischer zu Werke gegangen, er hat nach den gewünschten Bildungsabweichungen gesucht und dabei soviel gleichartige Fälle gefunden, daß er auch zu anatomischer Untersuchung Material gewann, und daß er eher allgemeine Urteile ableiten konnte.“

Seine Endresultate zusammenfassend, entstehen nach KLEIN die Doppelblätter aus der Vereinigung zweier Blätter, weil die Primordialanlagen infolge ihrer großen Nähe sich nicht zu zwei einfachen Blättern entwickeln können, dies kann an den doppelt so vielen Gefäßbündeln des Stieles erkannt werden. Geteilte Blätter entstehen dagegen aus einer einfachen Anlage, an welcher eventuell auch mehrere neue Wachstumsrichtungen auftreten; in die geteilten Blätter, die äußerlich auch ganz ähnlich aussehen können, tritt dagegen nur die normalen Blättern zugute kommende Anzahl von Bündeln.

Die Variationen der Blüten von *Robinia Pseudacacia*, vom Schotendorn, reihen sich auch in diese Gruppe seiner bevorzugten Beobachtungen (20, 20a); ebenso die Bildungsabweichungen von derselben Art, wie auch diejenigen, die er an *var. monophylla* und *var. myrtifolia* (Antholyse, beginnende Füllung etc.) angetroffen hat.

An der Hand der wohlbewährten anatomischen Methode — die ihm schon so gute Dienste geleistet — untersuchte KLEIN im Jahre 1894 eine vielbestrittene morphologische Frage, nämlich den Bau und Deutung der Cruciferenblüte (34, 34a, 35, 35a). Zuerst hatte KLEIN *Matthiola*, dann *Cheiranthus* eingehend untersucht, einige andere Cruciferen wurden nur nebenbei in Betracht gezogen.

Bei *Matthiola* die weiteren Verhältnisse nach der Abzweigung der vier Gefäßbündel für die längeren Staubgefäße verfolgend, findet man nach KLEIN den inneren Fibrovasalkörper aus gewöhnlich vier kreuzweise gestellten Gefäßbündeln bestehend. Von diesen geben die zwei seitlichen die Gefäßbündel der beiden Karpelle, während die zwei medianen Bündel im Innern je eine größere und zwei kleinere seitliche Gefäßgruppen unterscheiden lassen. Die seitlichen Gefäßgruppen zweigen später gegen die eben erwähnten Karpellargefäßbündel ab, so daß die Karpelle im Grunde ebenfalls wie die Kelchblätter je ein stärkeres, mittleres und je zwei schwächere, seitliche Gefäßbündel aufweisen.

Im weiteren Verlauf der Schilderung bemerkt KLEIN (34a S. 22), „daß während diese Teilung der Bündel geschieht, bildet sich langsam auch die Fruchtknotenhöhle und tritt die Scheidewand hervor, in welcher hier zwei ziemlich mächtige, bogige Fibrovosalkörper zu finden sind. Das ganze Verhalten dieser Gefäßbündel zwang KLEIN, dieselben als die Gefäßbündel eines zweiten — medianen — Paares von Karpellen aufzufassen, die aber, wahrscheinlich infolge der Raumverhältnisse in der Cruciferenblüte, nicht zur Ausbildung kommen, und da sie sich in der Fläche nicht entwickeln können, wachsen sie in die Fruchtknotenhöhle hinein, so die Scheidewand bildend. Diese Auffassung wird auch durch die Tatsache unterstützt, daß allgemein dort, wo Karpelle, mit ihren Rändern zusammenwachsend, den Fruchtknoten bilden, keine so kräftig entwickelten Gefäßbündel zu finden sind.“

Bei *Cheiranthus* sind die entsprechenden Verhältnisse ganz ähnliche. Hier ist nach Absonderung der für die vier längeren Staubgefäße bestimmten Gefäßbündel der innere Fibrovasalkörper von ringförmiger Gestalt, mit Ausbuchtungen in der transversalen Richtung. An diesen Stellen trennen sich dann die für die beiden Karpelle bestimmten Gefäßbündel, während zwei median gestellte, bogige Gefäßbündel übrig bleiben. Später treten die Höhlungen des Fruchtknotens in die Erscheinung und jedes Karpell zeigt gleichfalls ein mittleres, stärkeres, und je zwei seitliche, schwächere Gefäßbündel. Die median gestellten Gefäßbündel treten aber gleich anfangs mehr gegen den Rand und sind auch später dort zu finden, während die Scheidewand sich hier in der Mitte nicht trennt.

In Anlehnung an das Studium der Morphologie der Cruciferenblüte entwarf er folgendes Diagramm; zwei äußere transversale, zwei innere mediane Kelchblätter; dann vier diagonal gestellte Blumenblätter, nachher die zwei kürzeren, transversal gestellten, den äußeren Kreis des Androeceums darstellenden Staubgefäße; auf diese folgen in diagonaler Stellung die vier längeren Staubgefäße; schließlich zwei transversale Karpelle, die zur vollständigen Ausbildung gelangen und zwei mediane Karpelle, die, in ihrer Ausbildung gehemmt, zur Scheidewand werden.

Es wären also, mit Ausnahme des äußeren Staubgefäßkreises, lauter viergliedrige Kreise und der Umstand, daß in der Region der kürzeren Staubgefäße die Honigdrüsen auftreten, macht es gleichsam erklärlich, daß hier infolge von Raum- und Stoffmangel, nicht mehr als zwei Staubgefäße sich bilden können.

Man soll nach der Auffassung KLEINs zu der früheren Annahme eines zweiten Karpellpaares zurückgreifen, zumal dadurch das konstante Auftreten von vier Karpellen bei *Nasturtium* und *Draba* (das zur Aufstellung der Gattungen *Tetrapoma* und *Holargidium* geführt hat), seine naturgemäße Erklärung findet.

Die letzte Originalarbeit KLEINs war diejenige, in welcher die Staminodien von *Dentaria* behandelt worden sind (36, 36a). Diese erschien zwar erst im Jahre 1901, aber die staminodienartigen Gebilde von *Dentaria bulbifera* fielen KLEIN schon damals auf, als er seine Studien über die Cruciferenblüte ausführte und er hatte schon zu jener Zeit die Beobachtung gemacht, daß in gewissen Blüten dieser Pflanze am Grunde des Pistills beiderseits und zwar in transversaler Stellung, eigentümliche fadenförmige Gebilde auftreten können.

Diese Staminodien kommen spärlich vor; trotzdem KLEIN viele hundert Exemplare untersuchte, konnte er doch nur bei verhältnismäßig wenigen — (50 und nicht wie es in der deutschen Abhandlung: Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XIX. 1901, S. 421 heißt: 650) — Exemplaren die erwähnten Bildungen finden. Diese Gebilde können von zweierlei Natur sein: einerseits beobachtete er staubblattartige, die meist zu zweien, oberhalb der beiden kürzeren Staubblätter stehen, andererseits standen oft am Grunde des Pistills ganz anders gestaltete Gebilde, die teils mehr Staubblattnatur, teils aber mehr Pistillnatur zeigen, ja in einzelnen Fällen selbst beide Naturen in sich vereinigten.

Wir können diese, dem Andenken von KLEIN gewidmete Zeilen nicht schließen, ohne seine Tätigkeit und rege Teilnahme am inneren Leben der ungarischen Akademie der Wissenschaften zu gedenken. Ließ er doch seine Arbeiten in den Annalen der Akademie erscheinen, unterbreitete er doch zuerst alle die Resultate als Früchte seiner Forschungen dieser Körperschaft. Die Akademie verdankt ihm auch eine biographische Schilderung (30) des Lebensganges und Wirkens von OSWALD HEER, dessen Vorträgen KLEIN in Zürich mit Begeisterung folgte. Zu dem großen Phytopaläontologen stand er in freundlichen Beziehungen und auch die Gedenkrede, die er dem auswärtigen Mitgliede in der Akademie widmete, ist durch den warmen Hauch der liebevollen Erinnerungen gekennzeichnet.

Dem Naturwissenschaftlichen Vereine stand KLEIN auch sehr nahe, war er doch von Zeiten der Gründung an einer der stärksten Stützen des Vereines, der auch für die liebevolle Aufnahme der naturwissenschaftlichen Abende viel tat, sie auch selbst mit großem Interesse verfolgte und anregungsvolle Vorträge beisteuerte. War er doch noch in den letzten Jahren tätig mit Tat und Rat. und veröffentlichte er noch populär-wissenschaftliche Aufsätze (38, 42, 44, 45) aus dem Gebiete seiner Lieblingswissenschaft. Er nahm noch die Revision der magyarischen Ausgabe des voluminösen Werkes von H. EMERY: Über das Leben der Pflanzen („La vie végétale“) auf sich, welche Aufgabe er mit charakteristischer

Genauigkeit zu Ende führte, und er war auch immer unermüdlich bestrebt, hielt es sogar für eine patriotische Aufgabe, dem Vereine, der jetzt schon über 10 000 Mitglieder zählt, immer neue Proselyten zuzuführen.

Und so war es nur eine Pflicht der Dankbarkeit und der Anhänglichkeit, als der Verein, nach den Kollegen des Verblichenen, als erster seinen Kranz am 23. November 1915 an der Todesbahre von KLEIN niederlegte. Waren doch alle überzeugt, daß der Verein in der Person von KLEIN eines seiner ältesten, rührigsten und tätigsten Mitglieder verloren hatte.

KLEINs begeisterte Liebe für die Pflanzenkunde feuerte ihn unermüdlich an, nicht nur auf der Lehrkanzel, sondern auch in dem Naturwissenschaftlichen Vereine der Botanik neue Anhänger zu gewinnen. Dies wird auch durch seine begeisterten, hingebenden, selbstlosen Bemühungen bezeugt, womit er die Botanische Sektion des Naturwissenschaftlichen Vereines bis zum Tode immer weiter zu fördern und kräftigen und ihre Tätigkeit zu vertiefen und immer breiteren Bahnen zuzuführen bestrebt war.

Budapest, Januar 1917.

Verzeichnis der Publikationen.[1]

1. A növényélettan szerepe a gazdasági kisérleti állomásokon. Természettudományi Közlöny. II. 1870. 15 füzet. 241—250.
2. Über eine landwirtschaftliche Hochschule als Abteilung des Polytechnikums. Wochenbl. f. Land- und Forstwirtschaft. Beilage zum „Pester Lloyd“. 1869. Nr. 2. 31. Dez.
3. Zur Errichtung landwirtschaftlicher Versuchsstationen in Ungarn. Ibidem. 1870. Nr. 15. 2. April.
4. Zur Bewaldung Niederungarns. Ibidem. 1870.
5. Mykologische Mitteilungen. Verhandl. d. k. k. zoolog. botan. Gesellsch in Wien. XX. 1870. 1—24. Taf. IX—X.
6. A Pilobolus gombának fejlődése és alakjai. Értekezések a Természettudományok köréből. XI. szám 1871. 1—25. 1 tábl.

6a. Zur Kenntnis des *Pilobolus*. PRINGSHEIMS Jahrbücher f. wiss. Bot. VIII. 1872. 305—381. T. XXIII—XXX.

7. Néhány Floridea krystalloidjairól. Értekezések a Természettudományok köréből. XI. szám. 1871. 1—25. 1 tábl.

---

[1] Die auch in deutscher oder französischer Sprache ausgegebenen Abhandlungen führen immer die Nummer der magyarischen Originalarbeit mit der Beigabe von einem „a“.

7a. Über Krystalloide einiger Florideen. Flora. 1871.

8. Zur Anatomie junger Coniferen-Wurzeln. Flora 1872. Nr. 6—7. 1—6 mit Nachtrag.

9. Weitere Beiträge zur Anatomie junger Coniferen-Wurzeln. Flora. 1872. Nr. 25. 1—6.

10. A gabonarozsda. Természettudományi Közlöny. (Über Getreiderost. Populär). 1873. Julius. 1—6.

11. A rovarevö növényekröl. Népszerü Természettudományi Elöadások Gyüjteménye. 1876. 2 füzet. 1—39. (Über insektenfressende Pflanzen. Populär).

12. Algologische Mitteilungen. Flora. 1877. Nr. 19 u. 20. 1—14.

13. Zur Aufklärung. Beilage zur Flora. 1877. 1—4.

14. Az alsórendü gombákról. Természettudományi Közlöny. 1877. 104 füzet. 1—16. (Die niederen Pilze. Populär).

15. Az alsórendü gombák tekintettel a ragályos betegségekre és a közegészségügyre. Ibidem. 1877. 6. 105 füzet. 17—31. (Beziehungen der niederen Pilze zu den Infektionskrankheiten. Populär).

16. Ujabb adatok a tengeri moszatok krystalloidjairól. Értekezések a Természettudományok köréböl. IX. 6. XIX szám. 1879. 1—33. 1 tábl.

16a. Neuere Daten über die Krystalloide der Meeresalgen. Flora. 1880. Nr. 5. 1—7.

17. Die Krystalloide der Meeresalgen. PRINGSHEIMS Jahrb. f. wiss. Bot. XIII. 1881. Heft 1. 23—59. Mit Taf. I.

18. A *Pinguicula alpina* mint rovarevö növény. Értekezések a Természettudományok köréböl. IX. X szám. 1879. 1—28. 1 tábl.

18a. *Pinguicula alpina* als insektenfressende Pflanze und in anatomischer Beziehung. COHNS Beiträge zur Biologie der Pflanzen. III. 2 Heft. 1883. 163—184. Taf. IX—X.

19. A virágok szinéröl. Népszerü Természettudományi Elöadások Gyüjteménye. III. 21 füzet. 1880. 1—27. 2 tábl. (Über die Farbe der Blüten. Populär).

19b. Kikirics egészen elzöldült virággal. (Herbstzeitlose mit ganz vergrünter Blüte). Természettud. Közlöny. 1880. 44.

20. Adatok az akáczfa (*Robinia*) ismeretéhez. Magyar Tud. Akadémia Ertesitöje. XIV. 4 szám. 1880. 69- 72.

20a. Zur Kenntnis von *Robinia Pseudacacia L.* Botan. Centralbl. I. 1880. Nr. 17.

21. (és SZABÓ FERENCZ A vadgesztenye gyökereinek ismeretéhez. Értekezések a Természettudományok köréböl. X. VI szám. 1880. 1—13. 1 tábl.

21a (u. F. Szabó). Zur Kenntnis der Wurzeln von *Aesculus Hippocastanum L.* Flora. 1880. Nr. 10—11. 1—13. Taf. V.

21b. Zur Kenntnis der Wurzeln von *Aesculus Hippocastanum L.* Botan. Centralblatt. I. 1880. Nr. 1. 23—25.

22. A *Pinguicula* és *Utricularia* sejtmagjaiban elöforduló krystalloidokról. Értekezések a Természettudományok köréböl. XI. III. szám. 1881. 1—16. 1 tábl.

22a. Über Krystalloide in den Zellkernen von *Pinguicula* und *Utricularia*. Botan. Centralbl. I. 1880. Nr. 40—45. 1—4.

23. Über Sprossung an den Infloreszenz-Stielen von *Marchantia polymorpha*. Ibidem. V. Nr. 1. 1881. 1—2.

24. Hazánk orgonafájának (*Syringa Josikaea*) uj termöhelye. Természettudományi Közlöny. 1881. Julius. 1—2.

24a. Ein neuer Standort von *Syringa Josikaea* Jacq. fil. Botan. Centralbl. VII. 1881. Nr. 4. 1—2.

25. Állat-e a *Vampyrella* vagy növény? Akadémiai Értesitö. 1881. 91—92.

26. A *Vampyrella* fejlödése és rendszertani állása. Értekezések a Termeszettudományok köréböl. XII. V szám. 1882. 1—35. 2 tábl.

26a. *Vampyrella Cnk.* Ihre Entwicklung und systematische Stellung. Botan. Centralbl. XI. Nr. 5—7. 1—4 Taf. III.

26b. Les *Vampyrella*, leur développement et leur place dans la classification. Revue des Sciences Naturelles. 3-e Série. II. 1882. Déc. 181—227. Pl. IV.

27. Über *Vampyrella*. Botan. Zeitung. XL. 1882. Nr. 12—13. 1—8 mit Taf.

28. Az állat és növényország határterületéröl. Természettudományi Közlöny. 1882. 151 füzet, 1—6.

28a. *Vampyrella* und das Grenzgebiet zwischen Tier- und Pflanzenreich. Biolog. Centralbl. II. 1882. Nr. 5. 137—142.

29. A modern növénytan törekvései. Értekezések a Természettudományok köréböl. XIX. 4 szám. 1889. 1—31. (Die Bestrebungen der modernen Botanik. Antrittsrede gehalten als ordentliches Mitglied der Akademie).

30. Emlékbeszéd HEER OSZVALD külsö tagról. Magy Tud. Akadémia elhunyt tagjai fölött tartott emlékbeszédek. VI. 8 szám. 1890. 1—36. (Gedenkrede über O. HEER, auswärtiges Mitglied der ungarischen Akademie).

31. Über Bildungsabweichungen an Blättern. Botan. Centralbl. 1891, Nr. 35. 1—5.

32. Über einige Bildungsabweichungen an Blättern. Mathem. Naturwiss. Berichte aus Ungarn. IX. 1891. 354—362.

33. Vizsgálatok a növénylevelek rendellenességeiröl. Értekezések a Természettudományok köréböl. XXII. 8 szám. 1892. 1—74. 4 tábl.

33a. Untersuchungen über Bildungsabweichungen an Blättern. PRINGSHEIMS Jahrbücher f. wiss. Bot. XXIV. 1892. 3. Heft 1—74. Taf. XIII—XVIII.

34. A keresztes virág alkatáról boncztani alapon. Mathem. és Természettud. Értesitö. XII. 1894. 7 füzet. 215—221. V és VI tábl.

34a. Der Bau der Cruciferenblüte auf anatomischer Grundlage. Bericht d. Deutsch. Bot. Ges. XII. 1894. 18—23. Taf. I.

35. A keresztes virág szerkezetéröl anatomiai alapon. Természettud. Közlöny. Budapest. 1894. 295 füzet. 157.

35a. Der Bau der Cruciferenblüte auf Grund anatomischer Untersuchungen. Botan. Centralbl. LVIII. 1894. Nr. 6. 197—199.

36. Ujabb adatok a keresztes virág alkatáról. (*A Dentaria bulbifera* álporzóiról) Mathem. és Természettud. Értesitö. XIX. 4 füzet. 1901. 405—416.

36a. Staminodienartige Bildungen bei *Dentaria bulbifera*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XIX. 1901. 421—427. Mit Taf. XIX.

37. Beköszöntö. Növénytani Közlemények I. 1902. 1 füzet, 3. (Eröffnungsrede aus dem Anlasse der Gründung der Növénytani Közlemények).

38. A növények érzékszervei. Természettud. Közlöny. 1903. 401 füzet. 1—31. (Über die Sinneswerkzeuge der Pflanzen. Populär).

39. Elnöki megnyitó. Növénytani Közlemények. III. 1904. 3—8. (Eröffnungsrede des Vorsitzenden an die Botan. Sekt. des Naturwissensch. Vereins).

40. Elnöki megnyitó. Ibidem. V. 1906. 1—2.

41. Elnöki megnyitó. Ibidem. VI. 1907. 75—76.

42. A növények fényérzéke. Természettud. Közlöny. 1907. 453 füz. 1—30. (Vom Lichtsinne der Pflanzen. Populär).

43. A növénytan története. Élök Világa. 1907. 63—84. (Geschichte der Botanik. Populär).
44. A mocsári ciprus. Természettud. Közlöny. 1912. 557 füzet. 1—9. (Über *Taxodium distichum*. Populär).
45. A fügefa. Ibidem. 1912. 554 füzet. 1—4. (*Ficus carica, caprificatio.* Populär).
46. A löcsei hársfa kora. Szepesi Hirnök. 52. 1914. 2 sz. 1—2. (Die Linde von Löcse. Populär).

Friedrich Hildebrand.

Von

C. CORRENS[1]).

(Mit Bildnistafel.)

FRIEDRICH HERMANN GUSTAV HILDEBRAND wurde am 6. April 1835 zu Köslin in Pommern als Sohn des Geheimen Justizrates FRIEDRICH HILDEBRAND geboren. Der Vater besaß einen großen Garten in der Stadt und Landgüter am Ostseestrande, in denen der Sohn wohl von Jugend an manche naturwissenschaftliche Anregung empfing. Während des Besuches des heimischen Gymnasiums bestärkte ihn einer seiner Lehrer, BAUMGARDT, in diesen Neigungen. HILDEBRAND gedenkt in der Vita der Doktordissertation seiner „hujus temporis scholae Postampiensis in qua artes, quae ad vitae usum pertinent traduntur, rectore" mit Dank. Im Frühjahr 1854 machte er das Abiturientenexamen und bezog die Universität Berlin mit der, wie er selbst sagt, etwas weit gefaßten Absicht, Naturwissenschaften zu studieren. Ein Freund interessierte ihn für das Bergfach, und so hörte er infolgedessen zunächst vorwiegend Mineralogie bei CHRISTIAN WEISS und Geologie bei GUSTAV ROSE. Eine Exkursion, die unter BEYRICHs Führung Pfingsten 1854 in den Harz ging, und an der er teilnahm, bot ihm Gelegenheit, das Leben eines Bergmannes aus der Nähe kennen zu lernen und brachte ihn vollständig von seinem Plane ab, schon weil er sich körperlich den Anstrengungen nicht gewachsen fühlte.

---

[1]) Leider bin ich nie in persönliche Berührung mit HILDEBRAND gekommen. Für seinen wissenschaftlichen Entwicklungsgang stand mir durch die Freundlichkeit des Sohnes, Herrn Dr. med. B. HILDEBRAND, eine kurze autobiographische Skizze zur Verfügung, die noch die ersten Jahre der Privatdozentur in Bonn einschließt. Außerdem konnte ich einen Nachruf aus der Feder OLTMANNs in den Akademischen Nachrichten der Universität in Freiburg i. Br., Neue Folge, XIX. Sem. Nr. 9, vom 8. Februar 1916, benutzen, sowie Mitteilungen des genannten Sohnes und des Herrn Hofgartendirektors ALWIN BERGER in Cannstatt. C.

Einem Wunsche des Vaters folgend, wollte **HILDEBRAND** sich nun der Landwirtschaft widmen, blieb im Wintersemester noch in Berlin, um Chemie bei **HEINRICH ROSE** und **MITSCHERLICH** und Physik bei **DOVE** zu hören, und trat im Frühjahr 1855 auf einem Landgut bei Köslin als Eleve ein. Die Beaufsichtigung von Getreidemessen und Mistladen ließ ihn aber, wie er in seinen autobiographischen Notizen schreibt, bald einsehen, daß ihn auch diese Tätigkeit nicht auf die Dauer befriedigen würde. Es gelang ihm, den Widerstand seines Vaters zu überwinden, und so bezog er zum Sommersemester 1855 die Universität Bonn, mit der ausgesprochenen Absicht, Botanik zu studieren. Er hörte bei **CHR. LUDOLF TREVIRANUS** dem hochverdienten, damals freilich schon sehr gealterten, aber immer noch rüstig tätigen Anatomen und Physiologen. Auch an den Exkursionen **DIETRICH BRANDIS'**, der damals noch Privatdozent in Bonn war, nahm er teil. An **BRANDIS** Statt, der nach Indien ging, siedelte aber bald **R. CASPARY** nach Bonn über, der, neben **TREVIRANUS**, jedenfalls einen bedeutenden Einfluß auf die Entwickelung des jungen **HILDEBRAND** gewann. Daneben hörte er noch Zoologie bei **TROSCHEL** und Mineralogie bei **NÖGGERATH**.

Der Aufenthalt in Bonn umschloß noch das Sommersemester 1856. Zu Beginn des Wintersemesters ging **HILDEBRAND** nach Berlin, um unter der Leitung **ALEXANDER BRAUNs** weiter zu studieren und zu promovieren. Er trat aber auch bald in Beziehungen zu **N. PRINGSHEIM**, der damals als Privatdozent an der Universität wirkte, eben mit seinen bedeutendsten Algenarbeiten (*Vaucheria*, *Oedogonium*, *Coleochaete* usw.) hervorgetreten war und **HILDEBRAND** für dies Arbeitsgebiet zu interessieren wußte. Eine die Zygn maceen behandelnde Doktorarbeit wurde zwar angefangen, aber nach einiger Zeit aufgegeben, da sie nicht recht vorrücken wollte. Nicht viel besser ging es mit algologischen Studien in Le Croisic, wohin **HILDEBRAND** im Sommer 1857 **PRINGSHEIM** begleitet hatte. So wandte er sich an seinen Lehrer **CASPARY** in Bonn mit der Bitte um ein Thema für eine Doktorarbeit, und wählte unter den zur Auswahl gegebenen Gegenständen die anatomische Untersuchung der Begoniaceenstämme aus. Hierfür bot der Botanische Garten in Berlin ein sehr reiches und sicher bestimmtes Material; hatte es doch nicht lange vorher **KLOTSCH** für eine sorgfältige systematische Arbeit gedient, in der die alte Gattung *Begonia* in extremer Weise in neue Gattungen gespalten wurde. **HILDEBRAND** benützte nun dieses Material (fast 100 Arten) zu seiner Dissertation ,,De caulibus Begoniacearum, imprimis iis, qui vasorum fasciculis in parenchymate medullari dispersis sunt praediti.'' Dabei arbeitete er, wie er in den schon genannten autobiographischen Notizen erzählt, durchaus selbständig, ohne irgend welchen Rat und Hilfe, eine Art, in der heutzutage Dissertationen jedenfalls nur noch ausnahmsweise entstehen. Am 30. Juli 1858 promovierte er mit dieser **ALEXANDER BRAUN** gewidmeten Arbeit. Unter seinen Thesen muß die erste auffallen: Vita chemicis physicisque viribus solis explicari non potest, in der sich der Einfluß seines alten Lehrers **TREVIRANUS**, der bis zuletzt ausgesprochener Vitalist war, verrät.

Nach der Promotion blieb **HILDEBRAND** zunächst in Berlin und veröffentlichte seine Dissertation nochmals deutsch in etwas erweiterter Form und mit 8 Quarttafeln, da sie ursprünglich, den damaligen Vorschriften entsprechend, durchgängig in lateinischer Sprache geschrieben worden war und keine Abbildungen enthielt. Außerdem begann er, wohl auf Anregung von **ALEXANDER BRAUN** hin, eine Arbeit über die Verbreitung der Coniferen in der Jetztzeit und den früheren geologischen Perioden, die er später für seine Habilitation benutzte, fing die anatomischen Untersuchungen über die Spaltöffnungen der Coniferen an und setzte im Sommer 1859 in Helgoland die Algenstudien fort, ohne daß jetzt oder später etwas davon veröffentlicht worden wäre.

Inzwischen war **CASPARY** als Ordinarius nach Königsberg gegangen, und **TREVIRANUS** lud **HILDEBRAND** ein, zu ihm nach Bonn zu kommen und sich dort zu habilitieren. Er folgte Ende Oktober 1859 dieser Aufforderung und ließ sich, auch von **ALEXANDER BRAUN** der Fakultät warm empfohlen, am 4. Februar 1860 als Privatdozent der Botanik nieder, mit der schon erwähnten Abhandlung über die geographische Verbreitung der Coniferen, die freilich erst 1861 erschien. Es werden darin an Hand der Literatur für jede Gattung die geographische Verbreitung der einzelnen Arten festgestellt, soweit sie damals bekannt war, erst der jetzt lebenden und dann der ausgestorbenen, und dies dann für die ganzen Gattungen und Familien wiederholt. Die Gnetales sind einbezogen. Aus dem Vergleich der heutigen und der fossilen Floren leitet **HILDEBRAND** unter anderem den Schluß ab, daß in Europa die Coniferenflora zuerst der heutigen Neuhollands geglichen habe, dann der heutigen Nordamerikas. Auch mit den damals neuen Anschauungen **DARWINs** sucht er Berührungspunkte. Später hat er kein rein geographisches Thema mehr behandelt.

Als Privatdozent las HILDEBRAND spezielle und allgemeine Botanik und über Kryptogamen, hielt auch Demonstrationen im Botanischen Garten und Exkursionen in die weitere Umgebung Bonns ab, die gut besucht wurden. Die Ergebnisse dieser Exkursionen gaben die Unterlagen zu der „Flora von Bonn", einer in den Verhandlungen des naturhist. Vereins der preuß. Rheinlande u. Westfalens 1866 erschienenen, gewiß sorgfältig gearbeiteten Lokalflora, in der aber noch nichts den Biologen als Verfasser verrät.

Zu H. SCHACHT, der im Frühjahr 1860 nach Bonn berufen worden war, trat er nicht in Beziehungen, wegen SCHACHTs Stellungnahme zu HILDEBRANDs väterlichem Freunde TREVIRANUS. Dagegen wurde er mit JULIUS SACHS befreundet, der Ende 1861 als Lehrer für Zoologie, Botanik und Mineralogie an die landwirtschaftliche Hochschule in Poppelsdorf berufen worden war. Das freundschaftliche Verhältnis zu TREVIRANUS hat ein Denkmal in der kleinen Festschrift zu dessen 60 jährigem Doktorjubiläum hinterlassen, in der HILDEBRAND verschiedene kleinere morphologische und anatomische Untersuchungen zusammengestellt hat.

Als Nachfolger von JULIUS SACHS kam HILDEBRAND am 1. Oktober 1868 als Ordinarius nach Freiburg im Breisgau. Der Gehalt betrug, wie OLTMANNS erzählt, ganze 1000 Gulden. Damals gehörte der Professor der Botanik, wie der für Zoologie, in Freiburg nicht in die philosophische, sondern in die medizinische Fakultät. War die Universität auch ziemlich klein, so war es doch eine Ehre, an sie berufen zu werden. Eine Reihe ganz hervorragender Forscher war HILDEBRAND vorangegangen. Auf ALEXANDER BRAUN war METTENIUS, auf diesen C. NAEGELI gefolgt. Beide blieben nur kurze Zeit. Länger hatte A. DE BARY dort gewirkt, nach diesem, nur für ein Jahr, J. SACHS. Der Botanische Garten und besonders das Institut — deren Leitung natürlich auch zu HILDEBRANDs Obliegenheiten gehörte — waren damals noch außerordentlich bescheiden. OLTMANNS schildert sie in seinem Nachruf auf HILDEBRAND in den Akademischen Mitteilungen in folgender Weise. „Der Garten lag um jene Zeit auf dem linken Ufer der Dreisam unterhalb der heutigen Friedrichsbrücke; dort, wo Bezirksbauinspektion und Schwabenhaus stehen, zeugen noch alte Bäume von seinem Dasein. Ein botanisches Institut im heutigen Sinne hatte HILDEBRAND ebensowenig wie seine Vorgänger. Nach Erzählungen eines alten, jetzt auch schon heimgegangenen Freundes lag das alte Institut an der Dreisam im vorderen Teile des Gartens. Es befand sich mit einem Gewächshaus unter demselben Dach; es bestand aus einer ziemlich großen, niedrigen Stube, zu der man durch eine enge, winklige und steile Treppe emporkletterte, jene hatte einen kleinen Ausbau, in welchem sich der Arbeitsplatz des Professors befand. Im übrigen standen in dem Arbeitsraum 4 Tische für Studenten und in der Mitte ein großer Tisch, auf dem alle Arbeit gemacht werden mußte. Ein einziger Schrank enthielt alles, was von Sammlungen vorhanden war. Die Vorlesungen wurden im Sommer in einem kleinen Hörsaal des botanischen Gartens gehalten; da dieser aber nicht genügend heizbar war, mußten sie im Winter in die Universität verlegt werden."

Trotzdem ließ sich auch in den alten Räumen arbeiten. NAEGELI dachte an seine Freiburger Zeit mit besonderer Anhänglichkeit zurück. Unter ihm hatten C. CRAMER und B. WARTMANN in den engen Räumen gearbeitet, und DE BARY hatte in ihnen seine ersten Schüler: WORONIN, FAMINTZIN, den Grafen SOLMS, MILLARDET, G. KRAUS und andere ausgebildet.

Immerhin wurde eine den neuen Verhältnissen entsprechende Erweiterung immer dringender nötig, und im Jahre 1878 konnte HILDEBRAND einen neuen botanischen Garten, im Wintersemester 1879/80 auch ein neues botanisches Institut in Betrieb nehmen. „Die neue Anstalt enthielt einen ganz geräumigen Hörsaal, ein größeres und ein kleineres Arbeitszimmer usw., immerhin war auch diese Anlage verhältnismäßig klein im Vergleich zu ähnlichen an anderen Hochschulen, aber es war wohl das, was damals erreicht werden konnte. Freiburg war damals noch nicht die blühende Universität von heute. Das botanische Institut war das erste, was von allen naturwissenschaftlichen Anstalten neu errichtet wurde. Kaum ein Mensch konnte ahnen, daß alles schon in so kurzer Zeit zu klein werden würde." (OLTMANNS.)

HILDEBRAND war jedenfalls zufrieden und blieb Freiburg all die langen Jahre treu; hier hat er unermüdlich gelehrt und gearbeitet. Wie A. BERGER erzählt, hatte er ein kleines Gewächshaus ganz für sich mit Beschlag belegt, in das für gewöhnlich niemand hinein durfte. War er doch gewohnt, alle gärtnerischen Arbeiten bei seinen Versuchen, von der Aussaat an, selbst auszuführen, um der Resultate ganz sicher zu sein. Um den Garten kümmerte er sich aber auch persönlich mit viel Sachkenntnis, so daß er, trotz seiner geringen Größe, eine Menge wertvoller und schöner, besonders biologisch interessanter Pflanzen enthielt. Vieles brachte er von seinen Reisen heim. OLTMANNS erzählt, daß er während des Krieges 1870/71 die Geschäfte des Gartens ganz alleingeführt habe. Seine Erfahrungen über den Samenaustausch zwischen den einzelnen Botanischen Gärten legte er in einer auch besonders erschienenen Beilage zum Samenverzeichnis des Freiburger Gartens

1894 nieder; sie enthält sehr beachtenswerte Ratschläge, um den Austausch möglichst einfach und praktisch zu gestalten.

Während HILDEBRANDs ganzer Freiburger Zeit hat sich seine Lehrtätigkeit im wesentlichen auf Kolleg, Praktikum und Exkursionen beschränkt. Ein besonders guter Redner ist er nie gewesen, hing aber doch sehr an der Lehrtätigkeit und dem Verkehr mit seinen Studenten. Doktoranden hat er jedenfalls nur ganz wenige gehabt — über die Dissertation von HILBURG hat er selbst in der Flora Bericht erstattet — und eigentliche Schüler gar nicht, trotz seiner bahnbrechenden Arbeiten auf biologischem Gebiet.

Wer ihm als Mensch näher kam, rühmt seine edle Gesinnung und sein liebenswürdiges, freundliches Entgegenkommen, das sich freilich auch leicht zurückgestoßen fühlte.

1864 hatte sich HILDEBRAND mit Fräulein AUGUSTE BÖKER aus Remscheid verheiratet. Der Ehe entstammen vier Söhne. 1884 wurde er Hofrat, 1896 Geheimer Hofrat; im Jahre 1902 erhielt er das Ritterkreuz I. Klasse mit Eichenlaub vom Zähringer Löwen und im Jahre 1907 bei seiner Verabschiedung das Kommandeurkreuz II. Klasse desselben Ordens.

Auch als HILDEBRAND mit dem Ende des Sommersemesters 1907 nach fast 40 jähriger, rastloser Tätigkeit in den Ruhestand trat, blieb er in Freiburg. Er fuhr fort, im Garten seiner hübschen Villa in der Karlstraße einen Teil der begonnenen experimentellen Arbeiten fortzuführen, so gut es gehen wollte. Auf weitere Reisen, wie er sie früher oft und gern gemacht hatte, mußte er allmählich verzichten; sein Wunsch, die kleinasiatischen *Cyclamen*-Arten an Ort und Stelle zu studieren, ist ihm nicht mehr in Erfüllung gegangen. Stets war er ein großer Musikfreund gewesen; WAGNER hatte er besonders geschätzt und war so oft als möglich in Bayreuth gewesen. Daneben konnte er nun seiner Neigung für Sprachstudien mehr als früher nachgehen. Er hatte auch bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten stets auf eine leichtverständliche Darstellung und einen guten Stil gehalten, so daß ihm CH. DARWIN einmal schrieb, sein Stil sei bei weitem der klarste von allen deutschen Autoren, deren Werke er gelesen habe[1]). Nun studierte er Spanisch, freute sich, den Don Quichote im Urtext zu lesen und übersetzte eine Anzahl älterer spanischer Lustspiele (von LOPE DE VEGA und namentlich von CALDERON), ohne sie drucken zu lassen. Er benützte auch seine Kenntnis des Russischen, um die von **AFANASSJEW** zusammengestellte, aus vier Bänden bestehende Sammlung russischer Volksmärchen ins Deutsche zu übertragen, was ihm bei der originellen Art der Märchen viel Freude machte und auch, wie er bescheiden meinte, bei der einfachen Ausdrucksweise nicht schwer wurde. 1912 erschien[1]) eine Auswahl in zwei Bänden. Sie sind in der Ausstattung hauptsächlich für Kinder eingerichtet, werden aber eigentlich mehr von Erwachsenen gewürdigt. **HILDEBRAND** hat auf diesen kleinen Erfolg besonderen Wert gelegt, weil die Arbeit den verschiedensten Kreisen zugute kommen könne, während seine wissenschaftlichen Schriften nur für einen kleinen Kreis von Bedeutung sein könnten. Es war seine letzte Freude. Am 30. Dezember 1915 ist er im 81. Lebensjahre gestorben.

---

[1]) Life and Letters, Vol. III, S. 307. DARWIN fügt dann die sehr charakteristische Aeußerung bei „but wether this is a compliment to a German writer I do not know"!

Das Verzeichnis der wissenschaftlichen Publikationen am Schlusse dieses Nachrufes zeugt von seinem rastlosen Fleiße; es umfaßt anderthalb hundert Nummern. Natürlich können nicht alle von gleichem Gewichte sein. Hier darf nur auf das Wichtigste aus diesem Lebenswerk **HILDEBRANDs** hingewiesen werden.

Die Dissertation behandelt, wie wir schon sahen, die Stengelanatomie der Begoniaceen, wobei besonders auf die mark- und rindenständigen Gefäßbündel, die bei manchen Arten vorkommen, geachtet wurde. **SOLEREDERs** systematische Anatomie zeigt, daß die Arbeit für ihr Gebiet grundlegend gewesen und bis jetzt geblieben ist; es sind nur wenige Erweiterungen und Ergänzungen, keine wesentlichen Korrekturen dazu gekommen. **HILDEBRAND** legte Gewicht darauf, zu zeigen, daß der anatomische Bau sich nicht zur Bildung größerer Gruppen verwenden lasse, daß speziell Arten mit und ohne markständige Bündel in ein und demselben kleinen systematischen Verwandtschaftskreise vorkämen. Das legt natürlich nahe, daß es sich um Anpassungsmerkmale handelt. Aber **WESTERMEIERs** physiologischer Deutungsversuch hat auch keinen allgemeinen Beifall gefunden, so daß hier ein ungelöster Widerspruch vorliegt.

Auf diese Arbeit folgten noch einige andere anatomische, so über den Bau der Coniferenspaltöffnungen, die in der Festschrift für **TREVIRANUS** gegebenen Mitteilungen über das ringförmige Aufspringen von Kapseln, und die Studien über die Entwickelung der Farnkrautspaltöffnungen, bei denen **HILDEBRAND** zum ersten Male auf die komplizierten Teilungsvorgänge hinwies, durch die in vielen Fällen die Epidermiszelle zur Mutterzelle der beiden Schließzellen wird.

---

[1]) Im Verlag von **ABEL** und **MÜLLER**, Leipzig.

Auch die merkwürdigen Drüsen von *Psoralea* hat er zuerst gesehen und den Dimorphismus der Spaltöffnungen bei *Polycalymna Stuartii*. Im übrigen hat **HILDEBRAND** aber seine anatomischen Untersuchungen später in den Dienst der Biologie und Systematik gestellt.

Von cytologischen Arbeiten sind die Untersuchungen über die Farben der Blüten zu erwähnen, in denen die Verhältnisse im großen und ganzen richtig dargestellt werden, die aber im Detail später freilich von **SCHIMPER** überholt wurden.

Von den Ergebnissen der Studien, die **HILDEBRAND**, auf **PRINGSHEIMs** Anregung hin, an Algen und Pilzen betrieben hat, sind nur in den sechziger Jahren Beobachtungen an *Chroolepus lagenifer* und die die Phycomyceten betreffenden „Mycologischen Beiträge" veröffentlicht worden. An dem *Chroolepus* wird vor allem die kurz zuvor von **CASPARY** entdeckte Schwärmsporenbildung, auch in ihrer Abhängigkeit von äußeren Faktoren, geschildert; von den neuen Pilzen haben *Achlya racemosa* und *polyandra* ihr Artrecht behauptet.

Dagegen ist **HILDEBRANDs** Interesse an teratologischen Erscheinungen stets rege geblieben. Die ersten Beobachtungen (über Umwandlung von Staubgefäßen bei *Convallaria majalis*) sind im Jahre 1862 veröffentlicht worden, und die letzte wissenschaftliche Publikation befaßt sich auch mit einer Monstrosität, einer Art von Fasciation des Blütenschaftes von *Eremurus*, wie sie bei Monokotyledonen jedenfalls nur selten beobachtet wird. Charakteristisch ist, wie frühzeitig **HILDEBRAND**, wenn möglich, auf die Konstanz der Abänderungen geachtet hat, und daß er wohl die ersten Mißbildungen histologischer Natur (Haare bei *Antirrhinum*) gesehen hat.

HILDEBRANDs Hauptwirksamkeit liegt aber auf dem Gebiete der Biologie. Dabei bringt er immer wieder morphologische und anatomische Beobachtungen in Zusammenhang mit biologischen Problemen. Am intensivsten hat er die Blütenbiologie gefördert; hier wirkte er wirklich bahnbrechend.

Schon im Wintersemester 1861/62 hatte er sich eingehend in **DARWINs** Origin of Species vertieft. Als dann die Fertilization of Orchids erschien, wandte er sich an den Verfasser mit der Anfrage, ob er ihm die Uebersetzung ins Deutsche gestatten wolle. Es war ihm jedoch jemand anderer zuvorgekommen; immerhin knüpfte sich an die Antwort **DARWINs** ein reger Briefwechsel und Schriftenaustausch. Von **DARWINs** Briefen ist nur einer veröffentlicht worden. Daß **HILDEBRAND** aber nicht nur der Nehmende, sondern auch der Gebende war, geht aus den Forms of Flowers deutlich hervor.

Die Orchideen-Arbeit **DARWINs** hat, wie allbekannt, das unvergängliche Verdienst, die Arbeit an der von **KÖLREUTER** und **SPRENGEL** geschaffenen Blütenbiologie wieder in Fluß gebracht zu haben. **HILDEBRAND** hat zuerst diese Anregung aufgenommen. Möglicherweise war der alte **TREVIRANUS** daran nicht ganz unbeteiligt. Hatte er, der seinerzeit den Streit um die Sexualität der Pflanzen mit **SCHELVER** durchgefochten hatte, doch das Interesse an solchen Fragen nicht verloren, wie seine Referate über die ersten einschlägigen Arbeiten **DARWINs** in der Botanischen Zeitung beweisen. Erst mit dem Abstand einiger Jahre folgten F. **DELPINO** und S. **AXEL**, die mit **HILDEBRAND** zusammen die ersten Hauptförderer der Blütenbiologie gewesen sind.

HILDEBRANDs Arbeiten schließen sich am nächsten an die seines Vorbildes **DARWIN** an. Lange Listen blütenbesuchender Insekten wird man in ihnen nicht finden, wohl aber betätigt sich in ihnen der Hang, zu experimentieren, und das Bestreben, neben den gröberen morphologischen Anpassungen auch die im anatomischen Bau der untersuchten Blüten zu erfassen, über das hinauszugehen, was mit dem bloßen Auge und der Lupe sichtbar ist. Mehrfach, vor allem in den Untersuchungen über die *Aristolochia*-Blüte, ist schon das angefangen, was später der Verfasser dieser Zeilen und **PORSCH** als biologische Anatomie der Blüte einzuführen versucht haben.

Mit **HERMANN MÜLLERs** erstem, ausgezeichnetem Werke, der Befruchtung der Blumen, trat eine etwas abweichende Forschungsrichtung in den Vordergrund, und seit dieser Zeit verstummte, wohl kaum zufällig, **HILDEBRAND** auf diesem Gebiete mehr und mehr. Wenn H. **MÜLLER** viel statistische Untersuchungen betrieb und weniger experimentierte, so lag das gewiß an den beschränkten Verhältnissen, denen er doch noch so außerordentlich viel abzugewinnen wußte, zum Teil auch wohl in seiner etwas anderen Veranlagung. Bei aller Hochachtung für H. **MÜLLER** wird man es doch bedauern dürfen, daß so viele Schüler ihm auf den von ihm bequem getretenen Bahnen gefolgt sind, und die experimentelle und histologische Arbeit so stark in den Hintergrund trat.

Die erste der einschlägigen Arbeiten **HILDEBRANDs** betraf die Orchideenblüte (1863). In ihr wird der Nachweis geliefert, daß zur Zeit der Bestäubung der Fruchtknoten nicht nur noch keine Samenanlagen enthält — was schon **ROBERT BROWN** wußte —, sondern daß zu ihrer Entwicklung ein Anstoß nötig ist, den die Bestäubung gibt, daß es sich also nicht bloß um eine verspätete Ausbildung handelt.

Es kamen nun in rascher Folge weitere Untersuchungen. Zunächst die über den „Blütendimorphismus" — die jetzt übliche Bezeichnung Heterostylie hat **HILDEBRAND** erst etwas später geprägt — von *Linum perenne* und *Primula sinensis.* Sie war nicht nur die erste Bestätigung der bei ihrem Erscheinen, vor allem in Frankreich, heftig angefochtenen einschlägigen Beobachtungen **DARWINs**, sondern brachte auch Erweiterungen und Korrekturen dazu, so den Unterschied zwischen illegitimer Bestäubung und Selbstbefruchtung und den Größenunterschied der beiderlei Pollenkörner bei *Primula sinensis*, den **DARWIN** merkwürdigerweise geleugnet hatte. Daran schlossen sich die ersten Experimente über die Heterostylie von *Pulmonaria* und die Dichogamie (Proterandrie) von *Geranium pratense*, aus denen unter anderem die Fruchtbarkeit der proterandrischen Blüte mit dem eigenen (bis zur Reife der Narbe aufgehobenen) Pollen hervorging. Auch den Trimorphismus zahlreicher exotischer *Oxalis*-Arten beschrieb **HILDEBRAND** zuerst, er zeigte, daß die schon früher gesehene (von **JACQUIN** und **DE CANDOLLE** zur Unterscheidung der Arten benutzte) verschiedene Länge von Griffel und Staubgefäßen nicht, wie **ZUCCARINI** wollte, als Ausdruck von Polygamie aufzufassen sei, sondern einen Parallelfall zu dem kurz vorher von **DARWIN** studierten Verhalten von *Lythrum Salicaria* bilde. In dieser Arbeit findet sich zuerst die Bezeichnung Heterostylie. Diese erste Untersuchung konnte fast nur an Herbarmaterial angestellt werden; später hat **HILDEBRAND** noch dreimal über ausgedehnte Bestäubungsversuche mit *Oxalis*-Arten berichtet.

Nebenher ging eine Reihe von Monographien über die Bestäubungseinrichtungen einzelner Gattungen und Familien. Zunächst kam die über *Aristolochia* heraus, die gegenüber **CHR. SPRENGELs** Beschreibung ganz wesentliche Verbesserungen brachte, vor allem den Nachweis der Proterogynie und der nachträglichen, die Fremdbestäubung ermöglichenden Entlassung der gefangenen Fliegen. Es folgte die Schilderung der *Salvia*-Blüte, interessant durch die Verfolgung der verschiedenartigen Aus- und Umbildung des Konnektivlöffels bei den verschiedenen Arten, dann die der Fumariaceen, nachdem **HILDEBRAND** schon vorher das merkwürdige, neuerdings eingehend von **JOST** studierte Verhalten von *Corydalis cava*, mit ihrer durch Selbststerilität unwirksam gemachten Selbstbestäubung, beschrieben hatte. Später untersuchte er die Compositen auf ihre Geschlechtsverhältnisse und zeigte, wie auch hier Einrichtungen der Fremdbestäubung dienten, die vorher, vor allem von **CASSINI**, als Anpassungen an Selbstbefruchtung aufgefaßt worden waren. Er wies auch nach, daß hier von der zwittrigen

Stammform aus über die Gynomonoecie und die Monoecie die völlige Geschlechtertrennung als Endstadium erreicht wurde. Die letzten Untersuchungen (von M. **VON UEXKÜLL-GYLLENBAND**) haben seine Auffassung im wesentlichen nur bestätigt. Endlich beschrieb **HILDEBRAND** (1872) noch die Bestäubungsverhältnisse der Gramineen, auf die Untersuchung von etwa 100 Arten gestützt, und legte auch hier den Nachdruck auf die von früheren Autoren geleugneten oder unterschätzten Erleichterungen für die Fremdbestäubung.

Neben diesen Arbeiten über größere Formenkreise hat **HILDEBRAND** noch eine Menge einzelner Arten mustergültig untersucht und beschrieben (z. B. *Medicago, Lopezia, Schizanthus, Siphocampylus, Asclepias Cornuti, Eremurus, Anthurium, Sarracenia, Forsythia, Cyclamen*), er hat die Selbststerilität mancher Cruciferen entdeckt usw. Einzig in ihrer Art sind auch die zwei Referate, die er 1867 und 1870 in der Botanischen Zeitung über blütenbiologische Arbeiten F. **DELPINO**s erstattet hat, dadurch, daß er die Objekte, soweit möglich, gleich nachuntersuchte und Abbildungen dazu lieferte. Auch aus Briefen von **FRITZ MÜLLER**-Blumenau hat er einige Male biologische Beobachtungen mitgeteilt.

In dem kleinen Buche „über die Geschlechterverteilung bei den Pflanzen" faßte **HILDEBRAND** schon 1867 alles bis dahin bekannte zusammen, nicht nur über Geschlechtertrennung, sondern auch über die anderen, der Ermöglichung der Fremdbestäubung dienenden Einrichtungen. Der Schluß des Titels: „und das Gesetz der vermiedenen und unvorteilhaften stetigen Selbstbefruchtung" gibt den Gesichtspunkt an, unter dem er die Tatsachen betrachtet hat; er ist gegenüber dem **KNIGHT**schen und **DARWIN**schen Standpunkt merklich gemildert.

Eine ähnliche zusammenfassende Arbeit erschien 12 Jahre später „über die Farben der Blüten in ihrer jetzigen Variation und früheren Entwicklung". Die cytologischen Fragen, die ihn früher so sehr interessiert hatten, sind hier ziemlich stark den blütenbiologischen Problemen gegenüber in den Hintergrund getreten. Endlich hat **HILDEBRAND**, veranlaßt durch eine bekannte Arbeit **GÖBEL**s, einen Teil seiner Beobachtungen über gefüllte Blüten zusammengestellt; das Hauptgewicht legt er auf den Nachweis, wie die Neigung zur Füllung in den verschiedenen Verwandtschaftskreisen sehr verschieden sei.

An diese Arbeiten über die Biologie der Blüten schließen sich **HILDEBRAND**s Untersuchungen über die Verbreitungsmittel der Pflanzen an, bei denen wieder die mikroskopische Untersuchung nicht vernachlässigt wurde. Nach einer Reihe von Vorarbeiten, die einzelne Familien (Compositen, Gramineen) monographisch behandeln, erschien 1873 das Buch „über die Verbreitungsmittel der Pflanzen". Es war seit **DE CANDOLLEs** Pflanzenphysiologie der erste Versuch, alles darüber bekannte zusammenzustellen und unter einheitlichen Gesichtspunkten zu verarbeiten. Im selben Jahre erschien auch noch in **PRINGSHEIMs** Jahrbüchern eine Abhandlung über die Schleuderfrüchte und ihren im anatomischen Bau begründeten Mechanismus. **HILDEBRAND** weist hier, zuerst und gleichzeitig mit **STEINBRINCK**, auf den richtigen Zusammenhang zwischen dem Bau der Fruchtwand und ihrer Funktion hin. Nicht lange vorher hatte **G. KRAUS** z. B. noch als Funktion der eigenartigen Stereidenschicht in der Papilionaceen-Hülse die Verdunkelung der Samen während ihrer Entwicklung angesehen. Daß in den Einzelheiten die mechanischen Vorstellungen **HILDEBRANDs** nicht die von **STEINBRINCK** erreichte Klarheit zeigen, tut dem Hauptverdienste keinen Eintrag.

Ebenfalls sehr anregend haben **HILDEBRANDs** Untersuchungen über den Zusammenhang von Lebensdauer und Vegetationsweise gewirkt, die 1881 in **ENGLERs** Botanischen Jahrbüchern erschienen sind, und zu denen an gleicher Stelle zwei Jahre später noch ein Nachtrag über den Witterungseinfluß auf die Lebensdauer und Vegetationsweise folgte. Außer den ausgeprägten Klassen mit verschiedener Lebensdauer werden die Uebergänge eingehend berücksichtigt und die Frage geprüft, wie die Lebensdauer der Arten mit ihrer systematischen Verwandtschaft, dem Standort und den klimatischen Bedingungen in Beziehung steht. Zum Schluß wird der Versuch gemacht, die Frage zu beantworten, wie und aus welchen Ursachen sich die verschiedene Lebensdauer entwickelt hat.

Die Untersuchung der Heterostylie der *Oxalis*-Arten hat sicher **HILDEBRAND** veranlaßt, sich auch sonst eingehend mit der Morphologie und Biologie dieser Gattung zu beschäftigen. Außer einer Reihe kürzerer Veröffentlichungen, die sich über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten verteilen, besonders aber in die 80er Jahre fallen, hat er 1884 seine Beobachtungen in einer größeren Publikation über die Lebensverhältnisse der *Oxalis*-Arten zusammengefaßt, in der neben morphologischen auch anatomische Beobachtungen niedergelegt sind, die wenig Beachtung gefunden haben. So macht **HILDEBRAND** dort Angaben über Beziehungen zwischen Stellung der Laubblattspreiten und Verteilung der Spaltöffnungen. (Ein ähnliches Problem hatte er schon in der Festschrift für **TREVIRANUS** behandelt, als er den Zusammenhang zwischen der gegenseitigen

Deckung der Kelchblätter und dem Vorkommen von Spaltöffnungen auf ihnen untersuchte.)

Bei diesen Studien über die *Oxalis*-Arten hatte **HILDEBRAND** den Mangel eines ausreichenden lebenden Materiales schwer empfunden; er hätte sonst gerne eine Monographie der Gattung ausgearbeitet. Die Vorteile, die in dieser Hinsicht die kleine Gattung *Cyclamen* bot, zusammen mit der Verwirrung in dem aus Gärten erhältlichen Material und in der Synonymie, bewogen ihn, sie für eine solche Arbeit zu wählen. 1898 erschien „die Gattung *Cyclamen* L."; eine kleine Muster-Monographie, in der freilich Herbar- und Literaturstudien keine große Rolle spielen, in der aber an der Hand von lebenden, womöglich am Standort selbst gesammelten Pflanzen die Lebensgeschichte jeder Art möglichst vollständig, von der Keimung beginnend und mit der Fruchtreife endend, gegeben wird. Es ließ sich das nur infolge der geringen Zahl der Arten und ihrer Verbreitung um das Mittelmeerbecken herum durchführen. Zu den hier beschriebenen 14 Arten sind in verschiedenen Nachträgen fast ebensoviel neue dazugekommen (*C. aegineticum, crassifolium, creticum, hiemale, Jovis, libanoticum, maritimum, Miliarakisii, mirabile, Pseudograecum, Pseudoibericum, Pseudomaritimum*). Die Vorarbeiten zu dieser Monographie haben das Material zu einer ganzen Reihe kleinerer anatomischer und morphologischer Mitteilungen gegeben. Besonderes Interesse hat die Entdeckung erweckt, daß die teilweise oder ganz entfernte Spreite des Kotyledo regeneriert werden kann, weil es der erste Fall echter Regeneration bei höheren Pflanzen war. **WINKLER** und **GÖBEL** haben ihn bekanntlich später eingehend studiert.

Auch den Vererbungsproblemen hat **HILDEBRAND** sein Interesse zugewandt. Schon im Jahre 1865 berichtete er über Bastardierungsversuche an Orchideen, aus denen er unter anderem den Schluß ziehen konnte, daß die Fähigkeit des Pollens, die Weiterentwicklung des Fruchtknotens anzuregen, durchaus nicht parallel mit der systematischen Verwandtschaft geht. 1889 veröffentlichte er umfangreiche „Untersuchungen über einige Pflanzenbastardierungen" mit Arten von *Cistus, Chamaedorea, Abutilon* und vor allem *Oxalis*. **HILDEBRAND** hat fast nur die erste Bastardgeneration studiert und berührt deshalb die Fragen, die uns heute in erster Linie beschäftigen, kaum. Ein großes Verdienst hatten diese Untersuchungen doch: **HILDEBRAND** hat (wenn man von der kurz vorher veröffentlichten Studie R. **VON WETTSTEINs** über *Juniperus*-Bastarde absieht), als erster und in eingehender Weise auch die

Vererbung mikroskopischer Merkmale berücksichtigt. Es muß das besonders hervorgehoben werden, weil die nächste ähnliche Arbeit, MACFARLANES Comparison of the minute structure of plant hybrids vom Jahre 1892, keinerlei Bezug auf HILDEBRAND nimmt und gewöhnlich als die Bahnbrecherin auf diesem Gebiete angesehen wird.

Später hat HILDEBRAND noch über Bastarde zwischen Arten von *Forsythia, Haemanthus* (*H. tigrinus* + *albiflos* und *virescens* – *albiflos*), *Cyclamen, Hepatica* und *Anemone* berichtet. Ein Teil dieser Arbeiten erschien erst nach 1900. Trotzdem hat er zu den modernen Bestrebungen auf dem Gebiete der Vererbungslehre, meines Wissens, nicht mehr Stellung genommen. Es mag daran, neben einem gewissen Konservativismus des Alters, zweierlei schuld sein: einmal, daß er gewöhnlich „gute" Arten bastardiert hat, und daß er sich meist auf die Aufzucht der ersten Generation des Bastardes beschränkte.

Zu der Literatur über den direkten Einfluß des Pollens über den Embryo hinaus hat HILDEBRAND auch einige Beobachtungen beigesteuert, so über solche „Xenien" zwischen Aepfelsorten und Birnensorten. Ebenso ist er wiederholt an die Frage der Propfbastarde herangegangen. Das Resultat bei Kartoffeln, über das er in seiner ersten einschlägigen Mitteilung (1868) berichtet, hält der modernen Kritik nicht mehr stand; spätere Versuche mit *Oxalis crassicaulis* gaben neben lauter negativen Ergebnissen einen fraglichen positiven Erfolg, dessen weiteres Studium aber durch vorzeitiges Zugrundegehen verhindert wurde. Ueber seine Versuche, den Pfropfbastard *Cytisus Adami* wiederherzustellen, hat er nichts veröffentlicht, dagegen hat er, wohl als erster, mitteilen können, daß Samen aus *Adami*-Hülsen reinen *Cytisus Laburnum*, auch nach den Blüten, hervorbringen. Das war für ihn eine Enttäuschung, stimmt aber genau zu der bald darauf von BAUR gegebenen Erklärung des *Cytisus Adami* als Periklinalchimäre.

Das letzte allgemeine Problem, das HILDEBRAND in Angriff nahm, war das der „Aehnlichkeiten im Pflanzenreich", von denen ein kleines, 1902 erschienenes Buch handelt. In dieser „morphologisch-biologischen Betrachtung" wendet er sich gegen die Versuche, die Mimikry-Theorie aus dem Tierreich auf das Pflanzenreich zu übertragen. Tatsächlich hatte es an solchen nicht gefehlt, freilich mehr in populären Schriften. Man hatte z. B. die Aehnlichkeit zwischen Brennessel und Taubnessel damit zu erklären versucht, daß die ungeschützte Taubnessel die geschützte Brennessel nachahme[1]). HILDE-

---

[1]) So Sir JOHN LUBBOCK.

BRAND zieht aber auch die Fälle in Betracht, wo Tier und Pflanze ähnlich sein und die Pflanzen davon Nutzen ziehen sollen. Außer gleicher Abstammung, gleicher Funktion und gleichen äußeren Lebensbedingungen will er keine weiteren Ursachen für die Aehnlichkeit gelten lassen, und sieht in ihnen nutzlose Eigenschaften, auf deren Vorkommen er auch sonst (z. B. in einem Nachtrage zur *Cyclamen*-Monographie) hingewiesen hat. Eine Berechtigung der Kritik wird unbedingt zugestanden werden müssen; HILDEBRAND hat sie aber offenbar zu weit getrieben, vor allem zu wenig berücksichtigt, daß an der Tatsache, daß uns zurzeit kein Nutzen einer Eigenschaft bekannt ist, noch nicht ohne weiteres geschlossen werden darf, daß sie wirklich keinen Nutzen besitzt.

Die Uebersicht der wichtigeren wissenschaftlichen Veröffentlichungen HILDEBRANDs zeigt ihn als vielseitigen und eifrigen, außerordentlich gewissenhaften Forscher. Es geht aus ihr aber auch seine Eigenart hervor. Wohl hat er das Bedürfnis gehabt, seine eigenen und fremde einschlägige Untersuchungen zusammenfassend darzustellen, und hat gerade damit gewirkt, wie die „Geschlechterverteilung" und die „Verbreitungsmittel" zeigen. Doch lag es ihm fern, das exakt Festgestellte nun theoretisch auszubauen. Als Gegner weitgehender Spekulationen war er gerade das Gegenteil A. WEISMANNs, neben dem er so lange Jahre gewirkt hat.

Was HILDEBRAND gearbeitet hat, wird ihm eine ehrenvolle Stelle in der Geschichte unserer Wissenschaft sichern; auf dem Gebiete der Biologie, besonders der Blütenbiologie, wird er immer, und mit Recht, als Bahnbrecher gelten.

Verzeichnis der Arbeiten Fr. Hildebrands.

HILDEBRAND hat selbst noch ein Verzeichnis seiner Veröffentlichungen zusammengestellt. Er hat in dasselbe vorläufige Mitteilungen (in den Sitzungsberichten der naturforschenden Gesellschaft zu Bonn) über später ausführlicher veröffentlichte Arbeiten nicht aufgenommen, ebensowenig einige kleinere, an derselben Stelle gemachte Mitteilungen. Es fehlten ferner mehrere populäre Aufsätze in der „Umschau" und „Aus der Natur" aus den letzten Jahren, dann die Mitteilungen aus den Briefen FRITZ MÜLLERs-Blumenau. Diese, sowie einige wenige, sicher nur zufällig vergessene Arbeiten habe ich nachgetragen; die oben genannten vorläufigen Mitteilungen jedoch nur hinter den ausführlichen Abhandlungen erwähnt und nicht besonders gezählt. So weit wie möglich, habe ich die Angaben nachgeprüft.

1. De caulibus Begoniacearum. Dissertation. Berlin, 1858.
2. Anatomische Untersuchungen über die Stämme der Begoniaceen. Mit 8 Taf. Berlin, A. HIRSCHWALD, 1859.

3. Der Bau der Coniferenspaltöffnungen und einige Bemerkungen über die Verteilung derselben. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1860, S. 149.
4. Über einen *Chroolepus* mit Zoosporenbildung. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1861, S. 81; auch S. Ber. Bonn, 1861, S. 113.
5. Einige Beobachtungen aus dem Gebiet der Pflanzen-Anatomie, Herrn Prof. L. C. TREVIRANUS zur Feier seines sechzigjährigen Doktorjubiläums in Ehrerbietung und Freundschaft dargebracht. (1. Spaltöffnungen auf Blumenblättern, 2. Pollen von *Morina elegans*, 3. Ringförmiges Aufspringen von Kapseln, 4. Embryolage bei Cruciferen zur Blüten- und Stammachse, 5. Winterknospen von *Potamogeton natans*, 6. Mehrfach übereinanderliegende Achselknospen). Mit 2 Taf. Bonn, HENRY & COHEN, 1861.
6. Die Verbreitung der Coniferen in der Jetztzeit und in den früheren geologischen Perioden. Mit 4 Taf. u. 2 Tabellen. Verhandlungen des naturhistor. Vereins für Rheinld. und Westf., Bonn, 1861, S. 199. Habilitationsschrift.
7. Anatomische Untersuchungen über die Farben der Blüten. Mit 1 Taf. PRINGSH. Jahrb. 3. Band, 1861, S. 59. Auch S. Ber. Bonn 1861, S. 64 u. Corr. Bl. S. 78.
8. *Anacharis Alsinastrum*. S. Ber. Bonn 1861, S. 93.
9. Botanische Novitäten der Umgegend von Bonn. S. Ber. Bonn 1861, S. 113.
10. Einige Fälle abnormer Blütenbildung (*Convallaria majalis, Viola odorata, Sarothamnus scoparius*). Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1862, S. 209. Auch S. Ber. Bonn 1862, S. 99.
11. Vegetation des Rheinufers. S. Ber. Bonn 1863, S. 34.
12. Die Fruchtbildung der Orchideen, ein Beweis für die doppelte Wirkung des Pollens. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1863, S. 529. Auch S. Ber. Bonn. 1863, S. 116 u. 188.
13. Experimente über den Dimorphismus von *Linum perenne* und *Primula sinensis*. Botan. Zeitg. 1864, S. 1. Auch s. Ber. Bonn, 1863, S. 183.
14. Beiträge zur Flora von Bonn. Verhdl. Bonn 1864, S. 42
15. Experimente zur Dichogamie und zum Dimorphismus (*Geranium pratense, Primula sinensis*). Botan. Zeitg. 1865, S. 1.
16. Bericht über die Abhandlung DARWINs, den Trimorphismus von *Lythrum Salicaria* betreffend. S. Ber. Bonn, 1865, S. 4.
17. Bastardierungsversuche an Orchideen. Botan. Zeitg. 1865, S. 244. Auch S. Ber. Bonn, 1865, S. 117.
18. Über die Befruchtung von *Salvia*-Arten mit Hilfe von Insekten. Mit 1 Taf. PRINGSH. Jahrb., 4. Band, 1865, S. 451, Auch S. Ber. Bonn 1864. S. 54.
19. Über eine eigentümliche Form von Milchsaftbehältern (bei *Psoralea hirta*), Mit 1 Taf. Flora 1866, S. 81. Auch S. Ber. Bonn, 1866, S. 19.
20. Flora von Bonn. Verh. d. naturh. Vereins für Rheinld. u. Westf. Bonn. 1866, S. I—XVIII und 154 u. f.
21. Über die Vorrichtungen an einigen Blüten zur Befruchtung durch Insektenhilfe (*Pedicularis sylvatica, Indigofera, Medicago, Cytisus, Lopezia coronata, Schizanthus, Siphocampylus bicolor*). Mit 1. Taf. Botan. Zeitg. 1866, S. 73.
22. Durchwachsene Blüten von *Hypochaeris glabra*. Botan. Zeitg. 1866, S. 239.

23. Über die Entwicklung der Farnkraut-Spaltöffnungen. Mit 1 Doppeltaf. Botan. Zeitg. 1866, S. 245.
24. Über die Befruchtung von *Asclepias Cornuti*, Botan. Zeitg. 1866, S. 376. Auch S. Ber. Bonn, 1867, S. 102.
25. Weitere Beobachtungen über die Bestäubungsverhältnisse an Blüten. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1866, S. 473.
26. Über die Befruchtung von *Aristolochia Clematitis* und anderen *Aristolochia*-Arten. Mit 1 Taf. PRINGSH. Jahrb., 5. Band, 1866, S. 343.
27. Über die Notwendigkeit der Insektenhilfe bei der Befruchtung von *Corydalis cava*. PRINGSH. Jahr., 5. Band, 1866, S. 359.
28. On the necessity for insect agency in the fertilisation of *Corydalis cava* (Communicated by CHARLES DARWIN). Report of the International Horticultural Exhibition and Botanical Congress, London 1866, S. 157.
29. Über den Trimorphismus der Blüten in der Gattung *Oxalis*. Monatsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1866, S. 352.
30. Über einen Birkenstamm von einem Geisblatt umschlungen. Mit 1 Taf. In den Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Bonn, 1867, S. 303. Auch Corr. Bl. Bonn 1867, S. 100.
31. FEDERIGO DELPINOs Beobachtungen über die Bestäubungsvorrichtungen bei den Phanerogamen. Mit Zusätzen und Illustrationen. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1867, S. 265.
32. Die Geschlechterverteilung bei den Pflanzen. Leipzig, W. ENGELMANN, 1867. (92 S.)
33. Mycologische Beiträge. I. Über einige neue Saprolegniaceen. II. Über 2 neue *Syzygites*-Formen. Mit 3 Taf. PRINGSH. Jahrb., 6. Band, 1867, S. 249.
34. Notizen über die Geschlechtsverhältnisse brasilianischer Pflanzen. Aus einem Briefe von FRITZ MÜLLER. Botan. Zeitg. 1868, S. 113.
35. Einige Experimente und Beobachtungen 1. über den Einfluß der Unterlage auf das Pfropfreis und 2. über den direkten Einfluß fremden Pollens auf die Beschaffenheit der durch ihn erzeugten Frucht. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1868, S. 322. Auch S. Ber. Bonn 1867, S. 100.
36. Über die Bestäubungsvorrichtungen bei den Fumariaceen. Mit 3 Taf. PRINGSH. Jahrb., 7. Band, 1868, S. 423.
37. Über weitere in England gemachte Beobachtungen von Kartoffelpfropfhybriden, Botan. Zeitg. 1869, S. 853.
38. F. DELPINO, Über die Wechselbeziehung in der Verbreitung von Pflanzen und Thieren. Botan. Zeitg. 1869, S. 793.
39. Über die Geschlechtsverhältnisse bei den Compositen. Mit 6 Taf. Nov. Act Acad. Caes. Leopold. Dresden, 1869.
40. Über die Schwimmblätter von *Marsilia* und einiger anderer amphibischer Pflanzen. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1870, S. 1.
41. Botanische Notizen aus einem Briefe von FRITZ MÜLLER. Botan. Zeitg. 1870, S. 273.
42. F. DELPINOs weitere Beobachtungen über die Dichogamie im Pflanzenreich. Mit Zusätzen und Illustrationen. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1870, S. 585.
43. Experimente und Beobachtungen an einigen trimorphen *Oxalis*-Arten. Botan. Zeitg. 1871, S. 415.

44. Über die Verbreitungsmittel der Compositenfrüchte. Botan. Zeitg. 1872, S. 1.
45. Über die Entwicklung der haarigen Anhänge an Pflanzensamen. Mit 1 Doppeltaf. Botan. Zeitg. 1872, S. 233.
46. Über einige gewebeartige Pflanzenhäute. Botan. Zeitg. 1872, S. 472.
47. Über die Verbreitungsmittel der Gramineenfrüchte. Botan. Zeitg. 1872, S. 853.
48. Über die Verbreitung der Pflanzenfrüchte durch Haftorgane. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1872, S. 885.
49. Beobachtungen über d. Bestäubungsverhältnisse der Gramineen. Monatsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1872, S. 737. (Sitzg. v. 31. Oktbr.)
50. Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus. Mit 3 Taf., PRINGSH. Jahrb., 9. Bd., 1873, S. 235.
51. Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig, W. ENGELMANN, 1873, (162 S.)
52. Über die Brutkörper von *Bryum annotinum*[1]). Mit 1 Taf. Flora 1874, S. 513.
53. Der neue botanische Garten zu Freiburg i. B. Freiburg i. B., POPPEN & Sohn, 1875. (30 S.).
54. Über die Jugendzustände solcher Pflanzen, welche im Alter vom vegetativen Charakter ihrer Verwandten abweichen. Mit 2 Taf. Flora 1875.
55. Über die Ausläufer von *Trientalis europaea*. Flora 1876, S. 537.
56. HILBURGs Dissertation über den Bau und die Funktion der Nebenblätter. Mit Zusätzen. Flora 1878.
57. Vergleichende Untersuchungen über die Saftdrüsen der Cruciferen. Mit 1 Doppeltaf. PRINGSH. Jahrb., 12. Band, 1879.
58. Die Farben der Blüten in ihrer jetzigen Variation und früheren Entwicklung. Leipzig, W. ENGELMANN. 1879. (88 S.)
59. Umwandlung der Blütenblätter in Staubgefäße bei *Cardamine pratensis*. Bot. Centralbl. 6. Bd., 1881, S. 243.
60. Einige Beiträge zur Kenntnis der Einrichtungen für Bestäubung und Samenverbreitung (1. *Eremurus spectabilis*, 2. *Rhodora canadensis*, 3. *Aponogeton distachyum*). Mit 1 Taf. Flora 1881, S. 497.
61. Die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen. ENGLERs Botan. Jahrb., 2. Band, 1881, S. 51.
62. Über die Spaltöffnungen von *Polycalymna Stuartii*. Mit 1 Taf. Bot. Centralbl., 9. Band, 1882, S. 356.
63. Über eine Mißbildung bei Früchten von *Passiflora gracilis*. Botan. Centralbl. 9. Band, 1882, S. 401.
64. Über einige Fälle von verborgenen Zweigknospen. Botan. Centralbl. 13. Band, 1883, S. 207.
65. Das Blühen und Fruchten von *Anthurium Scherzerianum*. Bot. Centralbl. 13. Band, 1883, S. 346.
66. Einige Beobachtungen über den Witterungseinfluß auf die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen. ENGLERs Botan. Jahrb., 4. Band, 1883, S. 1.
67. Über einige Bestäubungseinrichtungen (*Salvia carduacea*, *Sarracenia purpurea*, *Heteranthera reniformis*). Mit 1 Taf. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1883, S. 455.

---

[1] = *Leptobryum pyriforme*. C.

68. Über die Samen von *Acacia Melanoxylon.* Ebenda, S. 461.
69. Über Blattrichtung und Blatttheilung bei *Planera Richardi.* Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1883, S. XXII
70. Über die Verbreitungseinrichtung an Brutknospen von *Gonatanthus sarmentosus, Remusatia vivipara* und an Früchten von *Pupalia atropurpurea.* Ebenda, 1883, S. XXIV.
71. Über einige merkwürdige Färbungen von Pflanzenteilen. Ebenda, 1883 S. XXVII.
72. Über die Schutzeinrichtungen bei den *Oxalis*-Zwiebeln. Ebenda, 1884, S. 108.
73. Die Lebensverhältnisse der *Oxalis*-Arten. Mit 5 Taf. Jena, GUSTAV FISCHER, 1884.
74. Über einige abweichende Birnbildungen. Mit 1 Taf. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1885, S. 1.
75. Über *Heteranthera zosterifolia.* Mit 1 Taf. ENGLERs Botan. Jahrb., 6. Band, 1885, S. 137.
76. Experimente über die geschlechtliche Fortpflanzungsweise der *Oxalis*-Arten. Botan. Zeitg. 1887, S. 1.
77. Die Beeinflussung durch die Lage zum Horizont bei den Blütenteilen einiger *Cleome*-Arten. Mit 1 Taf. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1886, S. 329.
78. Über die Zunahme des Schauapparates bei den Blüten. PRINGSH. Jahrb. 17. Band, 1886, S. 622.
79. Über die Keimlinge von *Oxalis rubella* und deren Verwandten. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1888, S. 193.
80. Über Bildung von Laubsprossen aus Blütensprossen bei *Opuntia.* Mit 1 Taf. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1888, S. 109.
81. Über einige Pflanzenbastardierungen (*Cistus, Chamaedorea, Abutilon, Oxalis*). Mit 2 Taf. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., XXIII Band, N. F. XVI, 1889.
82. Einige Beiträge zur Pflanzenteratologie (5zählige Blüten von *Ficaria ranunculoides,* abnormale Blüten bei *Dircaea speciosa, Fuchsia, Oxalis Bowici* und *rubella* etc.). Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1890, S. 305.
83. Über das Vorkommen von *Campanula rhomboidalis* in der Flora von Freiburg i. B. Mitteilg. d. Bad. Bot. Vereins. 1890.
84. Bastarde zwischen *Chamaedorea Schiedeana* und *Chamaedorea Ernesti Augusti.* Mit 1 photogr. Taf. REGELs Gartenflora, 1890, S. 354.
85. Über einige plötzliche Umänderungen an Pflanzen (*Juglans regia, Hepatica triloba, Rhamnus Frangula*). Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1891, S. 214.
86. Biologische Beobachtungen an zwei *Eremurus*-Arten. Ebenda 192, S. 359.
87. Einige Beobachtungen an Keimlingen und Stecklingen (*Cecropia peltata, Acacia cornigera, Acacia Melanoxylon, Eucalyptus globulus,* die Gattung *Anemone, Dentaria digitata* und *pinnata*). Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1892, S. 1.
88. Über einige Variationen an Blüten. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1893, S. 476.
89. Über einige Fälle von Abweichungen in der Ausbildung der Geschlechter bei Pflanzen (*Momordica Elaterium, Quercus ilicifolia, Bryonia alba, Urtica dioica*). Botan. Zeitg. 1893, Origin.-Abh. S. 27.

90. Über Heterostylie und Bastardierung bei *Forsythia*. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg. 1894, Origin.-Abh., S. 191.
91. Über die Forsythien. Gartenflora 1894, S. 617.
92. Über *Cyclamen Pentelici* (nov. spec.? = *C. graecum*). ENGLERs Bot. Jahrb., 18. Band, 1894, S. 1.
93. Über die Samenverzeichnisse der botanischen Gärten. Freiburg i. B., POPPEN & Sohn, 1894, (11 S.).
94. Über die Empfindlichkeit gegen Richtungsveränderungen bei Blüten von *Cyclamen*-Arten. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg., Origin.-Abh. 1895, S. 1.
95. Einige biologische Beobachtungen (Selbsterilität bei Cruciferen, Veränderung an Pflanzenstöcken von *Dahlia variabilis, Petunia hybrida, Cyclamen neapolitanum, Ruscus aculeatus*). Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. 1896, S. 324.
96. Über die eigentümliche Haarbildung auf den Knollen einiger Arten von *Cyclamen*. Mit 1 Taf. Botan. Zeitg., Origin.-Abh. 1896, S. 133.
97. Zur Benennung der *Cyclamen*-Arten. ENGLERs Bot. Jahrb., Beibl Nr. 54, 21. Band, 1896, S. 15.
98. Über die Bestäubung bei den *Cyclamen*-Arten. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1897, S. 292.
99. Über die Knollen und Wurzeln der *Cyclamen*-Arten. Bull. de l'herb. BOISSIER, 1897, Tom. V., p. 252.
100. Zur Kenntnis von *Cyclamen balearicum* und *Cyclamen alpinum*. ENGLERs Botan. Jahrb., 9. Band, 1897, S. 661.
101. Die Gattung *Cyclamen*. Mit 6 lithogr. Tafeln, GUSTAV FISCHER, Jena, 1897, (190 S.).
102. Über *Cyclamen libanoticum* n. sp. ENGLERs Botan. Jahrb., Band, 1898, S. 477.
103. Über eine zygomorphe *Fuchsia*-Blüte. Botan. Centralbl, 77. Band, 1899, S. 177.
104. Einige weitere Beobachtungen und Experimente an *Oxalis*-Arten. Botan. Centralbl., 79. Band, 1899, S. 1.
105. Die Keimung der Samen von *Anemone apennina*. Mit 1 Taf. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges, 1899, S. 161.
106. Über *Cyclamen libanoticum*. Mit 1 Abb. NEUBERTs Garten-Mag. 1899, Heft 10.
107. Über Bastardierungsexperimente zwischen einigen *Hepatica*-Arten. Bot. Centralbl., 84. Band, 1900, S. 65.
108. Über *Haemanthus tigrinus*, besonders dessen Lebensweise. Mit 1 Taf. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1900, S. 372.
109. Einige biologische Beobachtungen (*Jeffersonia diphylla, Veltheimia viridiflora, Hedysarum multijugum, Apios tuberosa*). Ebenda, 1901, S. 472.
110. Über *Cyclamen Pseud-ibericum*, nov. sp. Beih. z. Botan. Centralbl. Bd. X, 1901, S. 522.
111. Einige systematische und biologische Beobachtungen (*Linum perenne* u. *austriacum, Polygonum perfoliatum, Parkinsonia aculeata*), Beih. z. Botan. Centralbl. 1902, S. 333.
112. Über Ähnlichkeiten im Pflanzenreich, eine morphologisch-biologische Betrachtung. Leipzig 1902, W. ENGELMANN.
113. Über die Stellung der Blattspreiten bei den Arten der Gattung *Haemanthus*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1903, S. 52.

114 Über die Vegetation von Mallorca, Gartenflora 1903, S. 171—178.

115. Über *Cyclamen hiemale* nov. sp. Gartenflora 1904, S. 70.

116. Über abnorme Bildung der Blüten bei *Digitalis ferruginea*. Mit 2 photogr. Taf. Beih. z. Bot. Centralbl. 1904, S. 347.

117. Einige biologische Beobachtungen (*Roscoa purpurea*, Abänd. i. d. Vegetationsweise, rotblütige *Achillea Millefolium*, *Tanacetum vulgare*, Temperatureinfluß auf die Blütenfarbe bei *Ipomoea Learii* u. *rubrocoerulea*). Mit 1 Taf. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1904, S. 466.

118 Über Bastarde zwischen *Haemanthus tigrinus* und *Haemanthus albiflos*. Gartenflora 1905, S. 566.

119. Einige biologische Beobachtungen (nutzlose Eigenschaften, Keimlinge und Stecklinge, Selbststerilität). Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1905, S. 367.

120. Über einige neue und andere, noch nicht lange aufgefundene *Cyclamen*-Arten (*C. creticum, mirabile, hiemale, libanoticum, Pseud-ibericum*). Beih. z. Bot. Centralbl. 1906, Abt. II. S. 367.

121. Über eine eigentümliche Ersatzbildung an einem Keimling von *Cyclamen Miliarakisii* und einem anderen von *C. creticum*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1906, S. 39.

122. Über drei zygomorphe männliche Blüten bei einer Begonie. Ebenda, S. 558.

123. Über die Fruchtstiele der *Cyclamen*-Arten. Ebenda 1906, S. 559.

124. Über *Cyclamen Pseudo-graecum*. Gartenflora 1906, S. 629.

125. Weitere biologische Beobachtungen (Umwandlung von *Linum perenne* in *Linum austriacum*. Einfluß niederer Temperaturen auf die Färbung von Blättern und Blüten im Frühjahr und Herbst von 1906, ein symmetrisch verschieden gefärbter Blütenstand von *Lotus Jacobaeus*, weiteres Verhalten einer abnormblütigen *Digitalis ferruginea*, die Bildung weiblicher Blüten an einer männlichen Pflanze von *Ruscus aculeatus*, gleichzeitige Entwickelung der männlichen und weiblichen Blüten bei *Juglans regia*). Beih. z. Bot. Centralbl., Bd. XXII. 1907, Abt. I, S. 70.

126. Die *Cyclamen*-Arten, als ein Beispiel für das Vorkommen nutzloser Verschiedenheiten im Pflanzenreich. Mit 9 Taf. Beih. z. Bot. Centralbl., Bd. XXII, 1907, Abtlg. II, S. 143.

127. Über Bastarde zwischen *Haemanthus virescens* mas. und *Haemanthus albiflos* fem. Gartenflora 1907, S. 493.

128. Über weitere zygomorphe Blüten einer Knollenbegonie. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1908, S. 16.

129. Über Versuche zur Bildung von Pfropfbastarden bei *Oxalis crassicaulis*. Ebenda 1908, S. 20.

130. Über zwei eigentümliche Blüten einer Knollenbegonie. Ebenda 1908, S. 588.

131. Über Sämlinge von *Cytisus Adami* Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1908, S. 590.

132. Bildungsabweichungen an Blüten von *Cypripedium Sedenii*. Orchis, Monatssch. d. Ges. für Orchideenkunde 1908, S. 64.

133. Über einige neue *Cyclamen*-Arten (*Cyclamen maritimum, Pseudo-maritimum, Jovis, aegineticum*). Gartenflora 1908, S. 291.

134. Einige weitere biologische Beobachtungen (Insektenbesuch bei männlichen Blüten von *Mercurialis annua* und anderen windbl. Pflanzen.

Aufgehen der Blüten von *Ipomoea grandiflora*, die Wirtspflanzen von *Cuscuta europaea* u. *Cuscuta lupuliformis*). Beih. z. Bot. Centralbl., Bd, XXIV, 1908, Abt. I, S. 88.

135. Über die Zeit des Keimens der Samen. Gartenflora 1908, S. 86.
136. Das Öffnen und Schließen der Blumen. Naturw. Wochenschr. N. F. VII, 1908, S. 513.
137. Über Bildungsabweichungen bei Blüten einiger Knollenbegonien. Mit 3 Tafeln. Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XXV, 1909, Abt. I, S. 81.
138. Das Blühen und Fruchten von *Lilium giganteum*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges 1909, S. 466.
139. Über einige fleischige Schleuderfrüchte. Aus der Natur V, 1909—1910 S. 300.
140. Die Veränderung der Blumenfarben durch die Kultur. Umschau XIII, 1909, S. 612.
141. Der Winterschutz der Blätter- und Blütenknospen. Aus der Natur, V, 1909—10, S. 471.
142. Über Blütenveränderungen bei *Cardamine pratensis* und *Digitalis ferruginea*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1910, S. 296.
143. Ein südafrikanischer Vetter unseres Immergrün. Umschau XIV, 1910, S. 390.
144. Eine Eigentümlichkeit der eßbaren Kastanie. Umschau LI, 1910, S. 1022.
145. Umänderung einer Blütenknospe in einen vegetativen Sproß bei einer *Phyllocactus*-Art. Ber. d. Deut. Bot. Ges. 1910, S. 300.
146. Über einen Bastard zwischen *Anemone Robinsoniana* und *A. nemorosa*. Ebenda 1911, S. 302.
147. Über die in den verschiedenen Jahrgängen eingetretenen Färbungsverschiedenheiten bei den Blättern von Bastarden zwischen *Haemanthus tigrinus* mas und *H. coccineus* fem. Beih. z. Bot. Centralbl., Bd. XXVIII, 1911, Abt. I, S. 66.
148. Beobachtungen über das Vorkommen von Pflanzenarten auf einem nicht mehr in Kultur befindlichen Gelände. Mitteilg. d. Bad. Landesver. für Naturkd. 1911, S. 97.
149. Über einen Bastardapfel und eine Bastardbirne. Mit 1 Taf. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1912, S. 595.
150. Über eine ungewöhnliche Blütenbildung bei *Lilium giganteum*. Ebenda, 1913, S. 500.
151. Über einen ungewöhnlichen Blütenstand bei *Eremurus robustus*. Ebenda, S. 503.

Paul Sorauer.

Von

L. WITTMACK.

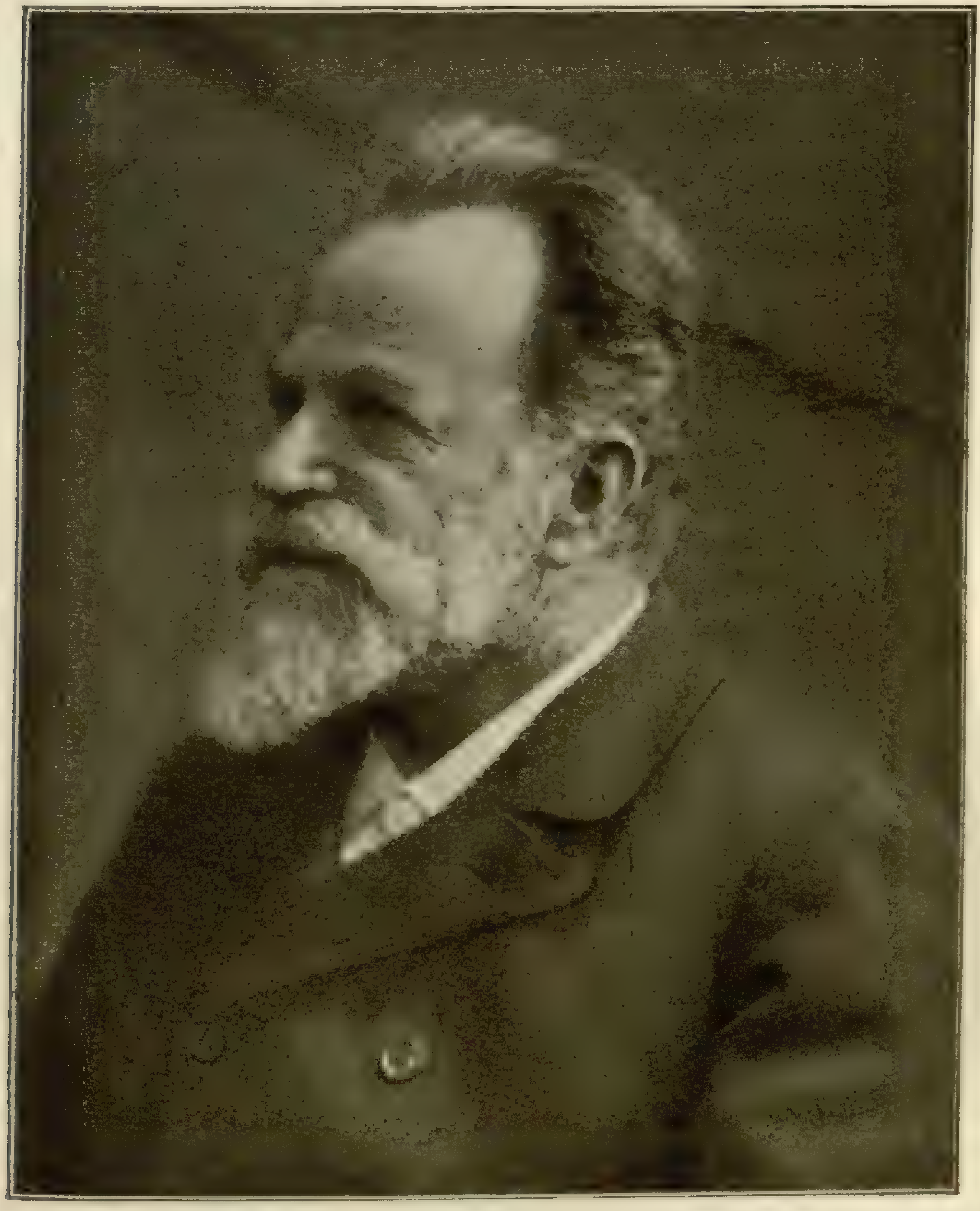
(Mit Bildnis.)

Der Verfasser des Handbuches der Pflanzenkrankheiten und Begründer der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. PAUL SORAUER ist am 9. Januar 1916 nach langem, schwerem Leiden verschieden. Mit ihm ist ein bewährter Forscher auf dem Gebiete der Phytopathologie dahingegangen, ein Mann, der sowohl der Wissenschaft wie der Praxis große Dienste geleistet hat.

PAUL SORAUER wurde am 9. Juni 1839 zu Breslau als Sohn eines außerordentlich strebsamen Tischlermeisters geboren. Der Vater sorgte für eine gute Erziehung. PAUL SORAUER besuchte die Oberrealschule am Zwinger und das Friedrichs-Gymnasium in Breslau, widmete sich dann zuerst dem Gärtnerstande, studierte aber darauf von 1862 an in Berlin Naturwissenschaften und arbeitete 2 Jahre als Assistent bei HERMANN KARSTEN, dem Leiter des neu begründeten pflanzenphysiologischen Laboratoriums des damaligen landw. Lehrinstituts (jetzt Kgl. landw. Hochschule). Als KARSTEN nach Wien berufen wurde, war SORAUER viel bei dem Dendrologen KARL KOCH tätig, mit dem er schon früher bekannt geworden war und mit dessen Familie er dauernd in Freundschaft verbunden blieb.

Im Jahre 1867 promovierte SORAUER in Rostock mit der erst 1868 gedruckt erschienenen Dissertation „Beiträge zur Keimungsgeschichte der Kartoffelknolle“ (auch in Annalen der Landwirtschaft 1868. 52. Bd. S. 156). Ende 1867 wurde er Assistent an dem in der Entstehung begriffenen Kgl. landwirtschaftlichen Museum, dessen Leitung mir anvertraut wurde. Schon nach wenigen Monaten mußten wir beiden Gleichalterigen uns trennen, blieben aber zeitlebens miteinander in Freundschaft verbunden.

SORAUER erhielt um Ostern 1868 eine bessere Stellung, er wurde Assistent bei HERMANN HELLRIEGEL, damals Vorsteher der landw. Versuchsstation Dahme, Provinz Brandenburg. In Dahme verheiratete SORAUER sich 1870 mit Frl. CLARA SCHWEITZER, Tochter des dortigen Arztes Dr. SCHWEITZER. Aus dieser Ehe gingen ein Sohn und zwei Töchter hervor, von denen eine schon verstorben, die andere verwitwet ist. Nach dem 1883 erfolgten Tode der Gattin fand er 1885 in der Schwester der Verstorbenen Frl. ROSA SCHWEITZER eine zweite Gemahlin, die ihm bis an sein Ende eine treue Stütze, den Kindern aus erster Ehe eine liebevolle Mutter war.



Paul Sorauer

Nur 4 Jahre blieb SORAUER in Dahme, da erhielt er 1872 auf Empfehlung von KARL KOCH eine Lebensstellung: Er wurde Dirigent der pflanzenphysiologischen Versuchsstation an dem 1867 begründeten Kgl. pomologischen Institut in Proskau bei Oppeln, Oberschlesien. Die ersten 8 Jahre war er zugleich

Lehrer an der Kgl. landwirtschaftlichen Akademie Proskau, an deren Spitze SETTEGAST als Direktor stand. Diese Akademie aber wurde 1880 aufgehoben und SETTEGAST sowie die Professoren BÖRNSTEIN und GRUNER wurden an die 1881 aus dem landw. Lehrinstitut hervorgegangenen Kgl. landw. Hochschule in Berlin versetzt.

Im Jahre 1892 erhielt SORAUER den Titel Professor, nahm aber schon im folgenden Jahre eines langwierigen Augenleidens wegen seinen Abschied und siedelte nach Berlin über. Hier lebte er anfangs nur seiner Wissenschaft, hielt aber Vorlesungen an der Humboldtakademie; dann habilitierte er sich, im Alter von 63 Jahren, als Privatdozent an der Universität.

Am 27. Februar 1909 erhielt er aus Anlaß der Vollendung der 3. Auflage der beiden ersten Bände seines „Handbuches der Pflanzenkrankheiten“ den Titel Geh. Regierungsrat. An seinem 70. Geburtstage wurde ihm von Mitgliedern der deutschen bot. Gesellschaft ein prachtvolles Album nebst den Photographien der Kollegen und Freunde überreicht, während die Deutsche Gartenbau-Gesellschaft ihn zu ihrem Ehrenmitgliede ernannte. Die gleiche Ehre wurde ihm vom Deutschen Pomologenverein gelegentlich dessen 50jährigen Bestehens zuteil. SORAUER war außerdem Ehrenmitglied der Academie dei Lincei in Rom, der Landw. Gesellschaft in Turin und auswärtiges Mitglied der Landw. Akademie in Stockholm. Er war ferner Mitglied des Beirates der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in Dahlem, sowie eine Reihe von Jahren Mitglied der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. SACCARDO benannte einen neuen Pilz auf dem Wiesenfuchsschwanz ihm zu Ehren *Pestalozzina Soraueriana* (Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten Bd. 4, 1894, S. 213).

Wollen wir SORAUERSs Tätigkeit recht würdigen, so haben wir besonders zunächst seiner Wirksamkeit als Lehrer am Pomologischen Institut zu Proskau zu gedenken. Er verstand es meisterhaft, die jungen Gärtner für die Botanik und die Pflanzenkrankheiten zu interessieren und rührend war es zu sehen, wie diese Männer noch im späteren Alter an ihm hingen. Mehrere seiner Schüler haben sich später der wissenschaftlichen Tätigkeit zugewendet, so Prof. DAMMER, Prof. EWERT, Prof. HEINE. Der Obstplantagenbesitzer H. KLITZING in Ludwigslust hat zu dem im Jahre 1917 zu feiernden 50jährigen Jubiläum des Kgl. Pomologischen Instituts Proskau ein Festlied „Unser Sorauer“ gedichtet, in welchem er SORAUER als Forscher, als Lehrer, als Freund feiert. — Es war das erste Mal, daß an einer Gärtner-Lehranstalt über Pflanzenkrankheiten vorgetragen wurde. Man geht wohl nicht fehl, wenn man SORAUER als Bahnbrecher auf diesem Gebiet bezeichnet, während auf landwirtschaftlichem Gebiet JULIUS KÜHN die Palme gebührt, dessen berühmtes Werk „Die Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“ schon 1859 erschienen war.

KÜHNs Werk hat leider keine zweite Auflage erlebt, er konnte sich nicht dazu entschließen, und von Handbüchern über den Gegenstand war inzwischen nur eins, ERNST HALLIERs Phytopathologie 1868 erschienen.

Da war es SORAUER, der schon ein Jahr nach seiner Übersiedelung nach Proskau, 1874, ein Werk von durchschlagendem Erfolg herausgab: sein „Handbuch der Pflanzenkrankheiten, für Landwirte, Gärtner u. Forstleute, Berlin, Verlag von WIEGANDT, HEMPEL & PAREY (jetzt PAUL PAREY), 406 S., 16 Tafeln. Außer anatomischen Abbildungen gab er auch Habitusbilder, z. T. farbige, die leider in den späteren Auflagen weggefallen sind. In der 2. Auflage sind die Tafeln alle schwarz gegeben und in der 3. Auflage sind sie überhaupt fortgeblieben und alle Abbildungen in den Text gebracht. Die 2. Auflage erschien 1886 in 2 Bänden, die 3. 1908—1913 sogar in 3 Bänden. Bei der letzteren hatte SORAUER die Arbeit geteilt, er selbst bearbeitete den 1. Band: die „nicht parisitären Krankheiten“, vielleicht etwas zu ausführlich (899 S., 208 Abb.); denn der 2. Band, die pflanzlichen Parasiten, von G. LINDAU behandelt, der zwar eher erschien, hat offenbar infolge dessen viel kürzer gefaßt werden müssen, er umfaßt nur 550 S. und nur 62 Abb., der 3., die tierischen Feinde, von L. REH bearbeitet, ist wieder stärker (774 S., 306 Abb.).

ANTON DE BARY, dieser scharfe Kritiker, sagt in seiner Besprechung der 1. Auflage (Bot. Zeitg., 32. Jahrgang, 1874, Sp. 777) daß teils zu viel, teils zu wenig gegeben, daß aber das Buch als ein nützliches, viel Belehrung bringendes willkommen zu heißen sei. — Nicht so günstig urteilt er über den 1. Band der 2. Auflage, die nicht parasitären Krankheiten (Bot. Zeitg., 44. Jahrg., 1886, Sp 625) hebt aber hervor, daß anzuerkennen sei, wie SORAUER bei jeder Gelegenheit besonderen Wert auf die Frage legte, ob und inwieweit bei Krankheiten, welche direkt durch Parasiten verursacht werden, eine individuelle Prädisposition für den Angriff der Parasiten vorauszusetzen sei. „Die älteren Parasiten-Anschauungen, wie sie Referent (DE BARY) selber vor 20 Jahren vertrat, waren in dieser Beziehung zu einseitig.“ — Und durch alle Arbeiten SORAUERs zog sich, je länger, je mehr, wie ein roter Faden, die Mahnung, daß es gelte, Rassen zu züchten, die widerstandsfähig sind. Das ist ja auch jetzt ein wesentliches Ziel der Pflanzenzüchtung geworden.

Um so mehr lobte DE BARY im allgemeinen den 1886 erschienenen 2. Band der 2. Auflage: die parisitären Krankheiten (Bot. Zeitg., 44. Jahrg., 1886, Sp. 884) schon wegen der kürzeren Fassung, aber auch wegen der besseren Durcharbeitung.

Die 3. Auflage hat DE BARY nicht mehr erlebt, sie ist von BEHRENS in der Zeitschrift für Botanik, 1. Jahrg., 1909, S. 71 kurz besprochen worden. Er dankt SORAUER für die Reichhaltigkeit an Literaturangaben und sagt, es würden auch diejenigen dafür dankbar sein, welche mit der Art der Darstellung und der Verarbeitung der Literatur nicht überall einverstanden sind.

Da SORAUER sich stets viel mit den Vorgängen bei der Veredelung der Gehölze und in den letzten Jahrzehnten besonders auch mit Frostwirkungen, Gummose, Rauchschäden und Leuchtgaswirkungen u. dgl. beschäftigt hatte, so sind diese Abschnitte in der 3. Auflage ganz besonders eingehend behandelt. Sehr lesenswert ist auch der geschichtliche Teil; wir erhalten hier zum ersten Male eine Übersicht über die Geschichte der Pflanzenkrankheiten vom Altertum bis auf die Gegenwart. — Ein schöner Beweis für die Brauchbarkeit seines Werkes ist wohl der, daß es überhaupt 3 Auflagen erlebte, die eine immer umfangreicher als die andere.

Doch mit dem Handbuch war es dem fleißigen Verfasser nicht genug; er begründete 1891 die Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und erlebte noch 1915 das 25jährige Jubiläum dieses angesehenen Journals, das jetzt von VON KIRCHNER und TUBEUF in würdigster Weise fortgesetzt wird. Die Gelegenheit war damals günstig. Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft hatte 1890 einen Sonderausschuß für Pflanzenschutz eingesetzt und im Preußischen Abgeordnetenhause, war am 9. Dezember 1890 von Dr. SCHULTZ-LUPITZ ein Antrag auf Gründung einer Versuchsanstalt für Pflanzenschutz eingebracht worden. infolgedessen später dann die Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft entstand. Den unmittelbarsten Anlaß zur Begründung der Zeitschrift aber gab die „Internationale phytopathologische Kommission“, die sich 1890 auf dem internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Wien gebildet hatte. SORAUER wurde Schriftführer der genannten Kommission und veröffentlichte 1908 auch als Beigabe zu seiner Zeitschrift den „Internationalen Dienst“, ein Journal, das aber, wenn ich nicht irre, nur ein Jahr lang erschienen ist. — Um Fühlung mit auswärtigen Kollegen zu behalten, war SORAUER auch Mitglied der „internationalen landwirtschaftlichen Vereinigung zur Veranstaltung von Kongressen“ und strebte immermehr eine internationale Verbindung der Pflanzenpathologen an. Diese Verbindung ist inzwischen in anderer Weise erfolgt, indem die internationale Pflanzenpathologie ein Zweig des „internationalen landwirtschaftlichen Instituts“ in Rom geworden ist.

Trotz all dieser Tätigkeit fand SORAUER noch Muße, die Pflanzenkrankheiten in JUSTs Botanischem Jahresbericht 38 Jahrgänge hindurch (Band I – XXXVIII 1873—1910) zu bearbeiten. Man muß geradezu staunen über diesen Riesenfleiß. Aber die Arbeit an JUSTs Jahresbericht trug auch wieder reiche Früchte, sie brachte ihm unendlich viel Material, das er in seiner Zeitschrift wie in seinem Handbuch verwerten konnte. Dazu kam noch, daß ihm auch aus der Praxis, mit der er stets in Verbindung blieb, sehr viel Stoff zufloß, nicht bloß gärtnerischer, sondern auch landwirtschaftlicher, forstlicher und industrieller Art.

Um der landwirtschaftlichen Praxis noch näher zu kommen, wurde er 1890 Mitglied der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft und rühmend hebt deren Vorstand in dem Nachruf (Mitteilungen der D. L. G. 1916, S. 29) hervor, daß er zwei Jahrzehnte lang mit FRANK zusammen die Seele des „Sonderausschusses für Pflanzenkrankheiten“ war, in dessen Schoß er das Entstehen der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft mit vorbereiten half. Die D. L. G. beauftragte ihn und FRANK mit der Herausgabe eines populär und doch wissenschaftlich gehaltenen Werkes: „Pflanzenschutz. Anleitung für praktische Landwirte zur Erkennung und Bekämpfung der Beschädigungen der Kulturpflanzen“. Nach dem 1900 erfolgten Tode FRANKs trat RÖRIG an dessen Stelle. (1. Aufl. 1892 mit 140 Textabb. u. 5 farb. Tafeln, 6. Aufl. 1915 mit 107 Textabb. u. 9 farb. Tafeln).

SORAUER verfaßte ferner noch einige andere Werke. So: Obstbaumkrankheiten, im Auftrage des Deutschen Pomologenvereins, Berlin 1879. — Schäden der einheimischen Kulturpflanzen, Berlin 1888. — Populäre Pflanzenphysiologie für Gärtner, Stuttgart 1891. — Schutz der Obstbäume, Stuttgart 1900. — Ganz besonders aber ist noch zu nennen, sein „Atlas der Pflanzenkrankheiten“, Berlin, PAUL PAREY, 1887—1893, mit 48 farbigen Tafeln. Ein großer Teil dieser Tafeln sind von seinen Schülern, besonders vom jetzigen Obstplantagen-Besitzer KLITZING in Ludwigslust gezeichnet, während für die 3. Auflage des Handbuches der Pflanzenkrankheiten viele Zeichnungen von Frl. H. DETMANN und Frl. E. LÜTKE trefflich ausgeführt sind.

Ein besonderes Augenmerk richtete SORAUER außer der Lehre von der Prädisposition auch auf die Statistik. Allerdings verstand er unter Statistik mehr als wir darunter gewöhnlich verstehen. Er wollte nicht nur positive Zahlen über Krankheitsfälle, sondern wünschte auch jährliche Beobachtungen über die äußeren Umstände, Witterungserscheinungen u. dgl., unter denen die Krankheiten auftreten. Dies sowie die Prädispositionslehre und auch die Geschichte seiner Zeitschrift hat er im 1. Heft des Jubelbandes der letzteren 1915 näher auseinander gesetzt. Ein großer Teil der infolge seiner Anregungen eingegangenen Berichte sind vom „Sonderausschuß für Pflanzenkrankheiten" der D. L. G. in dessen „Jahresberichten" von SORAUER und verschiedenen anderen Mitarbeitern regelmäßig zusammengestellt worden.

Vielfach wurde auch SORAUER mit Gutachten betraut, besonders über Rauchschäden, Leuchtgasschäden usw. Noch ein Jahr vor seinem Tode erschien von ihm ein großer Aufsatz „Über Wirkungen von Leuchtgas auf Pflanzen" in den Landw. Jahrbüchern Bd. 48, 1915, S. 279—312, mit 1 Tafel, und nach seinem Ableben sind in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Bd. 26, 1916, S. 129—182 mit der Tafel I seine „Untersuchungen über Leuchtgasbeschädigungen" erschienen, ebenda S. 25—37 auch „Mißerfolg bei der Treiberei von Blumenzwiebeln". — Ein anderes seiner Lieblingsthemata war der Gummifluß, siehe u. a. Landw. Jahrb. Bd. 39, 40 u. 46; und „Neue Theorie des Gummiflusses" in der Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten Bd. 25.

Daß er oft um Rat gefragt wurde, ist selbstverständlich, besonders beantwortete er auch viele Fragen in MÖLLERs deutscher Gärtnerzeitung. — In jüngeren Jahren schrieb er einige populäre Artikel unter dem Schriftstellernamen „PAULUS ASPER"; doch sind mir diese nicht zu Gesicht gekommen. — Auch poetisch war SORAUER veranlagt, besonders ergötzlich ist sein Lied auf die Kartoffelkrankheit: „Als FRANZ DRAKE kam aus Chile". Es erschien im Proskauer Liederbuch, herausgegeben zur Feier des 25jährigen Jubiläums der landw. Akademie Proskau 1872 (Oppeln, A. LEISEWITZsche Buchhandlung 1872.)

Auch in Versammlungen hörte man ihn gern als Redner und öfter lud man ihn zu Vorträgen ein; in den letzten Jahren aber zog er sich sehr zurück und erschien selbst in den botanischen Vereinigungen seltener.

Die Zahl der von ihm veröffentlichten Abhandlungen beträgt über 250. Sie sind von Fräulein ELSBETH LÜTKE und Frl. HELENE DETMANN chronologisch geordnet und, durch von KIRCHNER und den Referenten noch ergänzt, in der Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten Bd. 26, 1916, S. 6—17 erschienen, als Anhang zu dem Nekrolog, den ich ihm dort widmete. Aus diesem Nekrolog habe ich manches für den gegenwärtigen entnommen.

Einfach wie SORAUER gelebt, wollte er auch seine Totenfeier sehen. Blumen hatte er sich von seinen Freunden verbeten. So stand denn der Sarg in der Halle des städtischen Krematoriums zu Berlin nur mit den Kränzen der Familie geschmückt da. Nach einem Chorgesang hielt Prof. Dr. JANNASCH, der schon von Proskau her, seit fast 50 Jahren, mit dem Verstorbenen befreundet war, eine kurze Rede, voll Worten der Erinnerung und des Dankes. Dann versank nach nochmaligem Gesang unter Harmoniumklängen der Sarg in die Tiefe, um den Flammen übergeben zu werden.

Mit Worten des Dankes wollen auch wir diesen Nekrolog schließen. Dank für all seinen Fleiß, Dank für all sein Streben in der Erforschung der Pflanzenkrankheiten! Solange es eine Pflanzenpathologie geben wird, werden alle ihre Jünger auf SORAUERs Arbeiten Bezug nehmen müssen und hoffentlich manches, was er nur als Hypothese aufstellte, durch den Versuch als richtig erweisen. Sein Andenken wird stets in Ehren gehalten werden.

L. Kny.

Von

WERNER MAGNUS.

(Mit Bildnistafel.)

Die Schatten des Weltkrieges lasteten auf KNY, als er im Patriarchenalter von 75 Jahren am 26. Juni 1916 seine Augen schloß. Ihm, dessen ruhig dahinfließendes Leben ausschließlich nach ideellen Zielen gerichtet war, dessen geistige Freundschaft zu allen Kulturnationen reichte, erschien es unfaßbar, daß plötzlich alle diese Bande zerrissen seien, Haß und Habsucht die Welt beherrschten. —

LEOPOLD KNY wurde am 6. Juli 1841 als Sohn eines angesehenen Großkaufmanns geboren, von dessen geistigen Interessen die zahlreichen Kunstgegenstände Zeugnis ablegten, die als sein Erbteil KNYs Berliner Heim schmückten. Als 15jähriger trat er aus der Prima des Breslauer S. Mathiasgymnasiums als Lehrling in das Handelshaus von S. MOLINARI und Sohn ein, welches von FREYTAG in seinem Roman „Soll und Haben" verewigt worden ist. Er fand im Kaufmannsberuf keine Befriedigung. Er erwähnte einmal selbst halb scherzhaft, daß es sein Wahrhaftigkeitsgefühl nicht zuließ, den Künden gerade diejenigen Waren zu empfehlen. welche der Verkäufer aus irgend einem Grunde verkaufen wollte. — Diese strengste Wahrheitsliebe auch im kleinsten, diese peinliche Gewissenhaftigkeit, die Grundbedingung jedes erfolgreichen Forschens, können als Leitmotive von KNYs wissenschaftlichem Wirken gelten. — Trotz der einjährigen Unterbrechung konnte KNY als 17jähriger Abiturient die Universität seiner Vaterstadt beziehen. — Hier erweckten GÖPPERT und FERDINAND COHN in ihm die Neigung sich ganz dem Studium der Botanik zu widmen. Um den zu dieser Zeit erfolgreichsten Vertreter der allgemeinen Botanik NÄGELI zu hören, ging KNY nach 3 Semestern 1860 nach München und schloß sich dort während 4 Semester aufs engste dem großen Lehrer an. Hier entstand unter dessen Leitung, während NÄGELIs Schlafzimmer KNY als Mikroskopierraum diente, seine Doktorarbeit über die Entwicklungsgeschichte der Lebermoose. Das hierzu erforderliche eindringende Studium der feinsten Einzelheiten in der Anordnung des Zellnetzes hat seine natürliche Beobachtungsgabe stark gefördert und ist bestimmend für den erfolgreichsten Teil seiner Forscherarbeit, die Feinheiten der Holzanatomie, geworden.

Die Doktorpromotion selbst erfolgte in Berlin, wo sich KNY eng an ALEXANDER BRAUN anschloß. Auch der Einfluß dieses geistreichen Gelehrten ging, wie auf alle jüngeren Berliner Botaniker dieser Zeit, nicht spurlos an ihm vorüber und lenkte sein Interesse noch mehr rein morphologischen Problemen speziell im Aufbau der Algen zu.

Daß ihm für diese Forschungsrichtung besonders reiches Studiummaterial zufloß, brachten die Reisen der nächsten Jahre nach Oberitalien, Südfrankreich, Spanien, Madeira und Meran mit sich, die KNY wegen seiner schwächlichen Gesundheit zu unternehmen gezwungen war. Schon war er im Begriff sich durch Ankauf eines Besitztums für dauernd in Meran niederzulassen, als der Ausbruch des Krieges von 1866 ihn nach Berlin zurücktrieb. — Da seine Gesundheit sich über Erwarten besserte, habilitierte sich KNY 1867 in Berlin mit einer Untersuchung über den Bau und die Entwicklung der Riccieen. Die auch aus dieser Arbeit erkennbare hervorragende mikroskopische Beobachtungsgabe ließ KNY geeignet erscheinen, 1868 mit der Leitung der mikroskopischen Kurse an dem mit der Universität in Beziehung stehendem Physiologischen Laboratorium des Landwirtschaftlichen Lehrinstituts als Nachfolger von HERMANN KARSTEN zu betrauen, daß anfänglich in seiner Privatwohnung untergebracht wurde.

Aus diesem Amt entwickelte sich KNYs 43jährige ununterbrochene Berliner akademische Lehrtätigkeit. Hier wurde er 1873 außerordentlicher Professor an der Universität und kurz darauf Direktor des neugegründeten Pflanzenphysiologischen Instituts. Bei Errichtung der Landwirtschaftlichen Hochschule 1880 wurde er dort zum etatsmäßigen Professor ernannt und Leiter des botanischen Instituts der Hochschule. Da er gleichzeitig sein Universitätsamt beibehielt, wurde das botanische Institut der Hochschule mit dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität während seiner Leitung mit einander verbunden. — 1908 wurde er zum ordentlichen Honorarprofessor an der Universität ernannt, 1911 zog er sich von seiner Lehrtätigkeit zurück.

Es läßt sich nicht verkennen, daß die wissenschaftliche Lebensarbeit KNYs mit seiner akademischen Lehrtätigkeit in enger Beziehung steht. — Bei seiner großen didaktischen Begabung hatte er bald erkannt, daß für einen erfolgreichen Unterricht in der beschreibenden Naturwissenschaft die eigene Anschauung des zu behandelnden Objekts gehört, das gleichzeitig einer größeren Zahl von Hörern veranschaulicht werden muß. Hatte es bei einer kleinen Anzahl von Hörern genügt, Handtafeln vorzuzeigen, so machte es die immer größere Zahl seiner Hörer, welche sich aus den Universitätsstudenten und Hörern der Landwirtschaft zusammensetzten, notwendig, Wandtafeln zu benutzen. Geeignete Tafeln für pflanzenanatomische Objekte existierten damals nicht, und auch KNY verkannte nicht die Schwierigkeit, die in der Aufgabe lag, in so starker Vergrößerung mikroskopische Objekte darzustellen. Ihm erschien es ungenügend etwa vorhandene Zeichnungen der wissenschaftlichen Publikationen einfach in stark vergrößertem Maßstab wiederzugeben, bei der die kleinen Ungenauigkeiten der Zeichnung sich gewaltig vergröberten. Er entschloß sich daher, die seinen Hörern auf Wandtafeln zur Anschauung zu bringenden Objekte nach eigenen Untersuchungen selbst auf Wandtafeln wiederzugeben. Indem er so bis ins einzelne genaue Abbildungen der mikroskopischen Strukturen schuf, gelang es ihm dennoch mit einer, man könnte sagen, künstlerischen Intiution trotz aller Einzelheiten das wesentliche des Objekts für die erste Anschauung scharf hervortreten zu lassen. In uneigennützigster Weise überließ KNY seine Arbeit der Allgemeinheit, indem er schon im Jahre 1874 eine Serie von 10 Tafeln im Verlage von PAUL PAREY erscheinen ließ. Dankbar wurden sie überall von den lehrenden Akademikern begrüßt. Diese und die folgenden Tafeln, von denen bis zum Jahre 1911 120 Nummern erschienen sind, haben eine Verbreitung gefunden, wie sie wohl wenigen Lehrmitteln zu Teil geworden ist. Man kann ohne Übertreibung sagen, daß sie von sämtlichen botanischen Instituten der ganzen Welt benutzt werden. Der dauernde Nutzen, den diese Tafeln dem wissenschaftlichen Nachwuchs bringen, läßt es nicht bedauern, daß in ihnen ein beträchtlicher Teil der wissenschaftlichen Arbeitskraft KNYs enthalten ist. Fast jeder Tafel liegen gründliche eigene Untersuchungen zugrunde, deren Ergebnisse in den kurzen die Materie klar zusammenfassenden, die Tafeln begleitenden Text (551 Seiten) doch nur zum Teil berücksichtigt werden konnten. Er wurde in späterer Zeit auch von KNY zum Teil unter eigenem Titel als Separata versandt. KNY ließ es sich auch nicht nehmen, selbst die Tafeln bis in alle Einzelheiten auszuführen und schließlich die Wiedergabe in Steindruck, wofür er in E. LAUE einen äußerst gewissenhaften Mitarbeiter fand, dauernd zu überwachen. —

Naturgemäß ist die eingehende Beschäftigung mit den auf den Wandtafeln zur Darstellung gebrachten Objekten auch auf die rein wissenschaftliche Produktion KNYs nicht einflußlos geblieben. Während im Beginn der 70iger Jahre KNYs umfangreichere Untersuchungen sich noch mit rein entwicklungsgeschichtlichen Problemen der Algen und Archegoniaten beschäftigten, wie über die Axillarknospen der Florideen, über die Entwicklung der Parkeriaceen und einer nur in kurzem Auszuge veröffentlichten Untersuchung über echte und falsche Dichotomie, wurde KNY, als er 1875 die Herausgabe von Wandtafeln über die Holzanatomie vorzubereiten begann, der Weg zu einer neuen Forschungsrichtung gewiesen. Im Bestreben, möglichst genaue und zugleich charakteristische Bilder der Holzstrukturen zu geben, konnte ihm nicht verschlossen bleiben, wie mannigfache Verschiedenheiten im Bau des Holzes der gleichen Art, ja eines gleichen Querschnittes in seinen einzelnen Zuwachszonen auftreten. Er begann dem Grunde nachzuforschen und diese Unterschiede mit dem auf die Pflanze einwirkenden äußeren Lebensbedingungen in Verbindung zu setzen. Seine Schlüsse versuchte er durch Experimente zu belegen und führte somit wohl als erster die Methoden der Entwicklungsphysiologie in die mikroskopische Anatomie ein. Zeigten auch kleinere Mitteilungen der folgenden Jahre, wie über den Einfluß der Schwerkraft auf die Anlegung der Adventivwurzeln, in der das Problem etwa gleichzeitig mit VÖCHTING behandelt wurde, KNYs Beschäftigung mit entwicklungsgeschichtlichen Problemen, trat er doch erst 1882 mit der umfangreichen Publikation seiner Resultate an die Öffentlichkeit. Die einleitenden Worte zeigen den wissenschaftlichen Ernst, mit der er mit seiner Aufgabe gerungen hat, und haben auch heute ihre Bedeutung nicht verloren.

„In der Pflanzenphysiologie“, sagt er, „haben sich in jüngster Zeit mehrfach sehr grob mechanische Auffassungen Geltung zu schaffen versucht. Von mehr als einer Seite wurde der Versuch unternommen, selbst kompliziertere Lebenserscheinungen und Entwicklungsvorgänge als das unvermittelte Ergebnis einzelner die Vegetation beherrschenden äußeren Kräfte darzustellen. Es wurde nicht immer genügend berücksichtigt, daß das, was wir „organisches Leben“ nennen, nicht nur unter gleichzeitiger Mitwirkung aller, dem Organismus von außen zufließenden Kräfte zustande kommt, sondern daß überhaupt die einzelne Pflanze ebenso wenig wie das Tier, das System von Kräften mit dem sie arbeitet aus den Kraftquellen, welche ihr von außen her zur Verfügung stehen, sich selbständig aufbaut, sondern daß sie mit dem Keime den Anstoß zu bestimmten Bewegungsrichtungen als Erbteil empfangen hat. Jede von außen hinzutretende, in die Entwicklung eingreifende

Kraft, muß sich mit dem im Keim gegebenen Systeme kombinieren; — beide treten notwendigerweise in Wechselwirkung. Die der physiologischen Forschung im Gebiet der Pflanzenmorphologie gestellte Aufgabe wird also darin bestehen, wie die äußeren Kräfte — Schwerkraft, Licht, Wärme etc. — der durch die Erblichkeit überkommenen Entwicklungsgang im einzelnen abändern, — nicht aber wie sie ihn unabhängig gestalten." —

Kny hat in dieser wie in späteren Untersuchungen für das Verständnis der Zellanatomie grundlegende entwicklungsphysiologische Arbeiten geliefert. Am wichtigsten erscheint seine Entdeckung (1896 und 1901), daß sich in einer gedehnten Zelle die neue Querwand parallel zur Richtung des Zuges respektive senkrecht zur Richtung des Druckes einstellt.

Bis in die späteste Zeit seines wissenschaftlichen Schaffens blieb sein Interesse besonders der experimentellen Holzanatomie erhalten, und sie wurde in zahlreichen Arbeiten von ihm und seinen Schülern behandelt. Bewundernswert war die Technik, die er in der Herstellung der mikroskopischen Holzschnitte besaß, die er in einer großen Sammlung von Vergleichspräparaten vereinigte. Um die für die Lösung mancher Fragen wichtigen Überblicksbilder zu gewinnen, ließ er sich ein großes Holzmicrotom konstruieren, mit dem von seinem treuen Institutsgärtner Behse noch mit dem Mikroskop zu untersuchende Schnitte von mehreren Zentimetern Durchmesser hergestellt wurden. Mit unendlicher Sorgfalt konnte er sich in die Einzelheiten des Holzbaues versenken und tausende von Schnitte anfertigen und durchstudieren, wenn es galt, diese oder jene ihn grade fesselnde Frage der Lösung zuzuführen. Noch in seiner im Jahre 1910 durchgeführten Untersuchung über die Verteilung des Holzparenchyms bei Abies pectinata hat er sich nicht gescheut, jede Region eines hohen Stamms in geringen Entfernungen durchzuarbeiten. Unzweifelhaft war das Mikroskop überhaupt Knys liebster Arbeitsplatz und bei fast allen den mannigfachen physiologischen Problemen, die Kny im Laufe der Jahre bearbeitete, wurde von ihm das Mikroskop mit oft neuartigen Methoden benutzt, Ich erinnere an seine Untersuchungen über Kristallbildung bei Kalziumoxalat, über das Anthocyan, über das Wundperiderm, über den Ort der Nährstoffaufnahme, über die Assimilation der Chloroplasten, über interzellulares Protoplasma u. a.

Bei nicht mikroskopisch pflanzenphysiologischen Methoden begnügte er sich, wie alle Pflanzenphysiologen der alten Schule, mit einfachsten Apparaturen, und es ist bemerkenswert, wie er auch mit ihnen zu wichtigen Ergebnissen gelangte, wie bei seinen Untersuchungen über das Wurzelwachstum, über Beziehungen des Wachstums der Wurzel zum Sproß oder bei seinen Mitteilungen über die Anpassungserscheinungen der Laubblätter gegen Regen.

Wie auf KNYs wissenschaftliche Tätigkeit durch die Herausgabe der Wandtafeln sein Beruf als Lehrer von wesentlichem Einfluß gewesen ist, so stand auch seine Lehrtätigkeit in vielfacher Beziehung zu seiner Forschungsrichtung. KNY hat seinen Hauptwert von vornherein auf die Unterweisungen in der Mikroskopie gelegt. Während seiner 43 jährigen Leitung mikroskopischer Übungen erwarb er eine erstaunliche Gewandheit, seine Schüler mikroskopische Objekte anfertigen und beobachten zu lehren. Selbst ein äußerst geschickter Zeichner, legte er den größten Wert darauf, daß seine Hörer das selbstbeobachtete in charakteristischen Strichen wiedergaben. In den mikroskopischen Übungen sah er mit Recht nicht nur die Aufgabe, den Studenten eine genaue Kenntnis des Objektes zu vermitteln, sondern es erschien ihm vielleicht noch wichtiger, daß sie die Fähigkeit. zu wissenschaftlichen Beobachtungen erwarben, ein Umstand, der besonders bei dem zumeist aus der Praxis kommenden Studierenden der Landwirtschaft kaum hoch genug zu bewerten ist. Die ständig wachsende Zahl der Studierenden nötigte einen Mikroskopier-Saal zu erbauen, der nach KNYs Plänen im Dachgeschoß der Landwirtschaftlichen Hochschule eingerichtet, Platz für 67 Praktikanten gewährte, eine Plätzezahl, die sich späterhin noch als zu klein herausstellte. Neben diesen Anfängerkursen hielt KNY Praktica für Vorgeschrittene über die Entwicklungsgeschichte der Cryptogamen ab.

Pflanzenanatomie und -morphologie und die Entwicklungsgeschichte der Pflanzen waren auch die Hauptthemen seiner Vorlesung. In freiem klarem Vortrag verstand er seine Hörer zu fesseln und seinen Vortrag, abgesehen von Tafeln und Demonstrationsobjekten, durch fast künstlerische Tafelzeichnungen zu beleben.

Für den Unterricht hatte KNY ein eigenes Herbar angelegt, auf dessen Ausgestaltung er in seiner gründlichen Art fast zuviel Zeit verwendete. Neben einem umfangreichen Cryptogamenherbarium stellte er ein Herbarium nach morphologischen Gesichtspunkten zusammen, das z. B. eine nicht unbedeutende Gallensammlung enthielt. Eine Abteilung des Herbariums ist der Oekologie der Pflanzen gewidmet, zu der eine weitere Abteilung pflanzenphysiologisch bemerkenswerter Objekte trat, als KNY späterhin auch die Pflanzenphysiologie als Vortragsthema wählte. — Durch seine ausgezeichnete Literaturkenntnis, die KNY in eifrigem Studium der neuerschienenen Werke sich bis in sein hohes Alter zu erhalten wußte, gelang es ihm, diese Vorlesungen durchaus modern zu gestalten. Die wichtigsten Punkte wurden durch einfache Vorlesungsversuche erläutert. Zusammen mit seinem damaligen Assistenten KOLKWITZ richtete er zum ersten Male für Berlin, wenn auch in bescheidenem Umfange, pflanzenphysiologische Anfängerkurse ein, indem er mit Recht von der Ansicht ausging, daß die praktische Kenntnis wenigstens der einfachsten pflanzenphysiologischen Apparate als unbedingtes Erfordernis für einen Studenten der allgemeinen Botanik anzusehen ist, einer Forderung, der auch heute vielfach noch nicht Genüge getan wird.

Unter KNYs Leitung sind im Laufe der Jahre zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten entstanden, anfangs anatomischen Inhalts, in den letzten Jahren mehr physiologischer Richtung. Wenn die Zahl der Doktordissertationen geringer erscheint, wie man sie sonst an den Berliner naturwissenschaftlichen Instituten gewohnt ist, so darf nicht übersehen werden, daß er seine Doktoranden nicht selbst prüfen konnte, nicht einmal selbst sein Urteil über ihre Arbeit vor der Fakultät abgeben durfte.

Es zogen daher die Studenten im allgemeinen vor, dort eine Doktorarbeit anzufertigen, wo sie auch einer Beurteilung und sie selbst einer Prüfung unterzogen wurden. Unter diesen Gesichtspunkten muß die Zahl und die wissenschaftliche Bedeutung der aus KNYs Laboratorium hervorgegangenen Arbeiten besonders gewertet werden.

Im Wirken in seinem Laboratorium, im Verhältnis zu seinen Schülern läßt sich KNYs Persönlichkeit vielleicht am besten kennzeichnen. Mit eiserner Pflichttreue war KNY jahraus jahrein von 9—4 Uhr in seinem Institut anwesend und zwang sich, als sich in späteren Jahren die Anzeichen des Alters geltend machten, unverrückbar zu dieser Arbeitszeit. Ein bequemer Stuhl, oder gar ein Sofa durfte nicht in seinem Zimmer stehen, damit ihn nicht etwa während dieser Zeit die Versuchung auszuruhen, ankäme. So streng er gegen sich selbst war, so nachsichtig war er gegen seine Umgebung und seine Untergebenen. Mit oft rührender Geduld und Ausdauer versuchte er aus seinen Praktikanten die, wie es die Verhältnisse mit sich brachten, nicht immer das beste Material darstellten, alle Fähigkeiten zur wissenschaftlichen Arbeit hervorzulocken, mangelnden Fleiß immer wieder anzuspornen. Nichts dürfte kennzeichnender für diese seine Art sein, als der heimliche Ehrentitel „Vater“, der ihm im Institut zugeteilt war. Alle, die unter seiner Leitung in seinem Institut gearbeitet hatten, bewahrten ihm treueste Anhänglichkeit, die an seinem 70. Geburtstag eindrucksvoll in den Glückwünschen aus allen Weltteilen zum Ausdruck kam.

Hier ergriffen auch gern seine Fachgenossen die Gelegenheit, noch einmal ihre Hochachtung für den Gelehrten und Menschen KNY kundzutun. Die Gradheit seines Charakters, die mit seltener Liebenswürdigkeit verbunden war, haben ihm früh im Kreise seiner Kollegen eine beherrschende Stellung geschaffen. In unserer Gesellschaft hat er jahrelang die Stellung eines Vorsitzenden bekleidet und mit Geschick ihre Verhandlungen geleitet. Noch jung wurde er ordentliches Mitglied der alten Gesellschaft der naturforschenden Freunde.

Der Liebenswürdigkeit seines Charakters entsprach der Wunsch, auch weitere Kreise an den ideellen Freuden mitgenießen zu lassen, die ihm die Beschäftigung mit der Wissenschaft gewährte. Hatte er schon früher kleinere Aufsätze populären Inhalts aus seinem Forschungsgebiet veröffentlicht, so folgten zahlreiche Schriften als Niederschläge von Vorträgen, die er als Vorsitzender der „Deutschen Gesellschaft für volkstümliche Naturkunde“ hielt. Diesen arbeitsreichen Posten hatte er übernommen, da er es als eine Ehrenpflicht des Gelehrten auffaßte, weitere Kreise, die durch ihren Beruf eng mit den materiellen Erfordernissen des Alltags verknüpft sind, auf dem Wege der theoretisch-naturwissenschaftlichen Forschung zu ideellen Gesichtspunkten zu führen, in einer Zeit, die der religiös-philosophischen Richtung abhold ist.

KNYs Bild wäre nicht vollkommen, wollte man nicht seines häuslichen Lebens gedenken. Ein glücklichstes Familienleben, an der Seite einer feingebildeten, für alles Schöne und Gute interessierten Frau, im Kreise seiner ihn verehrenden Kinder, war ihm beschieden. In seinem schönen Heim in Wilmersdorf mit seinem großen Park sammelte er oft viele und bedeutende Menschen zu glücklichsten Stunden um sich.

Mit KNY ist ein Vorbild des in sich gefestigten stillen wahrheitsdurstigen deutschen Gelehrten dahingegangen, der auch ein Kämpfer für Deutschlands Größe war. Sein Glaube an die Wahrheit, sein Glaube an den Sieg des Idealen in der Welt war auch in seinen letzten schweren Lebensjahren nicht erschüttert. War er doch während seines ganzen Lebens erfüllt voll tiefster Frömmigkeit und Gottvertrauen.

Von solchen Männern spricht der deutsch-österreichische Dichter Hermann Kienzl, wenn er sagt:

> Such, Deutscher. Gott in Deines Wesens Haft,
> Erkenne ihn als Deines Denkens Denker,
> Als deine Menschenart und Menschenseele —
> Du siegst, in Deiner Kraft siegt Gottes Kraft.

Schriftenverzeichnis.

1863. 1. Symbola ad Hepaticarum frondosarum evolutionis historiam. Gustav Schade.

1867. 2. Ueber Bau und Entwickelung der Riccien, mit 3 Tafeln. Pringsh. Jahrb. Bd. V.

3. Über die Flora ozeanischer Inseln. Ges. f. Erdk. Berlin.

1868. 4. Über den Vorkeim von *Osmunda regalis* L. Sitzungsbericht d. Ges. naturf. Fr. v. 28. Januar 1868 und Bot. Zeit. 1868, p. 870.

1869. 5. Über Bau und Entwickelung des Farn-Antheridiums. Monatsbericht d. Kgl. Acad. d. Wiss. 1869.

1870. 6. Über die Morphologie von *Chondriopsis coerulescens* und die dieser Alge eigenen optischen Erscheinungen. Monatsber. K. Ak. Wiss., Juni.

1871. 7. Entwickelung des *Chytridium Olla*. Sitzungsbericht Naturf. Fr., p. 55, und Bot. Zeit., p. 867.

8. Über den Einfluß des Leuchtgases auf die Baumvegetation. Sitzungsber. d. Naturf. Fr. p. 51, und Bot. Zeit. p. 852, und Archiv der Pharmacie, Sept.-Heft 1872.

9. Über die optischen Erscheinungen, welche *Selaginella laevigata* (Willd) und *S. cinata* (Desv.) vor ihren nächsten Verwandten auszeichnen. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Fr., 20, XII, 1870, und Bot. Zeit. 1871, p. 185.

10. Vermehrung der Chlorophyll-Körner durch Teilung und das allgemeine Vorkommen dieses Prozesses im Pflanzenreich. Sitzungsbericht d. Ges. naturf. Fr. p. 65, und Bot. Zeit. 1872, p. 14.

11. Entwickelung einer *Chytridie* aus der Untergattung *Olpidium*. Sitzungsber. d. naturf. Fr. p. 93, und Bot. Zeit. 1872, p. 273.

1872. 12. Über echte und falsche Dichotomie im Pflanzenreich. Sitzungsber. d. Naturf. Fr. 1871, p. 102, und 1872, p. 1, Bot. Zeit. p. 341 u. 698.

13. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Farnkräuter m. 3 Taf. Pringsheims Jahrb. Bd. 8.

1873. 14. Über einige auf Helgoland beobachtete parasitische Algen. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Fr. u. Bot. Zeit. 1873, p. 139.

15. Über die Bedeutung der Florideen in morphologisch-biologischer Beziehung und der Einfluß der Schwerkraft auf die Coniferenblätter. Sitzungsber. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur, Bot. Sect. (ref. Bot. Zeit. 1873, p. 422 u. 433).

16. Langenbach, Die Meeresalgen der Inseln Sicilien und Pantellaria. Berlin, W. Weber, z. T. nach C. Kny gesammelten Algen I.

17. Über die Axillarknospen bei Florideen. Ein Beitrag zur vergleichenden Morphologie (Festschrift). Naturf. Fr. Berlin, mit 2 Taf.

1874. 18. Über Haftorgane der Florideen. Verh. d. Bot. Ver. d. Pr. Brandenburg, XVI. Sitzungsber., p. 77. Bot. Zeit.

19. Stock aus einer Kohlpflanze (Choux-chevalier) v. Jersey. Verh. d. bot. Ver. d. Pr. Brand., XVI. Sitzungsber., p. 27.

20. Ein pflanzengeographischer Versuch: Aussaat arctischer und hochalpiner Pflanzen auf Kerguelensland. Bot. Ver. d. Pr. Brandenburg, XVI. Sitzungsber., p. 30 (vgl. ebenda XVIII, 1876, p. 12).

21. Über Keimung und Embryo-Entwickelung von *Ceratopteris thalictroides.* Sitzungsber. d. Ges. d. naturf. Freunde zu Berlin, p. 25—35 u. Bot. Zeit., p. 471.
22. Entwickelung des Thallus von *Lichina pygmaea* Ag. und deren Beziehung zu *Rivularia nitida* Ag. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde, p. 35—103, u. Bot. Zeit. 1875, p. 138.
23. *Synchytrium aureum* und *globosum* aus der Umgebung Berlins. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Fr., p. 80, u. Bot. Zeit. 1875, p. 118.
24. Über eine auf den Blättern von *Ceratophyllum demersum* beobachtete grüne, parasitische Alge. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Fr., p. 79, u. Bot. Zeit. 1875, p. 117.
25. Ausführliches kritisches Referat über: LEITGEB: Untersuchungen über die Lebermoose. 1. Heft. *Blasia pusilla.* 1874. Flora 1874.

1875. 26. Über Scheitelwachstum einiger Fucaceen mit Rücksicht auf *Pelvetia caniculata.* Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, XVII. Sitzungsber., p. 56, u. Bot. Zeit., p. 438.
27. Das Pflanzenleben des Meeres (p. 61). Heft 223—24 der Ser. X, v. R. VIRCHOW u. FR. v. HOLTZENDORFF, Samml. gemeinverst. wiss. Vortr. Berlin, LÜDERITZ.
28. Über die Entwicklung der *Parkeriacee.* Tageb. der Verh. d. bot. Sect. d. 47. Vers. Deutscher naturf. Ärzte, Breslau 1874, u. Bot. Zeit., p. 49.
29. Die Entwicklung der Parkeriaceen, dargest. an *Ceratopteris thalictroides* Brongn. Dresden, E. BLOCKMANN, aus nov. Acta-Ac. Leop.-Car. nat. cur. Bd. XXXVII. Mit 18 Taf. 80 p. gr. 4^0.
30. Nekrolog v. THURET. Flora 1875, N. 23

1875 bis 1911. 31 Botanische Wandtafeln. I—CXVII, mit erläuterndem Text. p. 1—551. Abteilung 1—13. Berlin, PAUL PAREY.
32. Über Wurzelanschwellungen der Roterle. Verh. d. Bot. Vereins d. Prov. Brandenburg, XVIII, 1876, Sitzungsber. p. 2, u. Bot. Zeit., p. 833.
33. Über das leichte Austreten des Florideenfarbstoffes. Ges. naturf. Fr. 1875, p. 100.
34 Versuche über den Einfluß der Schwerkraft auf die Anlegung von Adventivwurzeln und Adventivsprossen Naturf. Fr., p. 30, u. Bot. Zeit., p. 362.
35. Über die zenithwärts gerichtete Verschiebung der Achselknospen an den Seitenzweigen mehrerer Holzgewächse und die Beziehungen dieser Erscheinungen zur Schwerkraft. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Fr., p. 103, u. Bot. Zeit. 1877, p. 118
36. Ausführliches kritisches Referat über: LEITGEB.: Untersuchungen über die Leebermoose. Flora 1874. 2. Heft. Die Foliosen Jungermannieen 1876. Flora.
37. Über ein monströses Blatt von *Brassica oleracea.* Verhandl. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, XVIII. Sitzungsber., p. 94, u. Bot. Zeit. 1877, p. 244.

1877. 38. Das Dickenwachstum des Holzkörpers an beblätterten Sprossen und Wurzeln und seine Abhängigkeit von inneren Einflüssen.

insbesondere von Schwerkraft und Druck. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Fr., p. 23, u. Bot. Zeit., p. 416.

39. Versuch über Drehung von Luftwurzeln. Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, XIX. Sitzungsber., p. 47.

40. Über künstliche Verdoppelung des Leitbündelkreises im Stamme der Dicotylen. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Fr., p. 189 u. Bot. Zeit., p. 519.

1878. 41. Über das Scheitelwachstum von *Hippuris vulgaris* und *Elodea canadensis*. L. C. RICH. u. MICHAUX. Sitzungsber. d. naturf. Fr., p. 148, u. Bot. Zeit., p. 760.

42. Über korallenartig verzweigte Membranverdickungen an der Basis der Wurzelhaare von *Stradiotes Aloides*. Verh. Bot. Ver. Prov. Brand., XX. Sitzungsber., p. 48.

43. Über genauere Methoden zur Messung der Tiefe, bis zu welcher Lichtstrahlen verschied. Intensiv. etc. i. d. Meerwasser einzudringen vermögen. Sitzungsber. d. naturf. Freunde, p. 217. u. Bot. Zeit., p. 302.

44. Nachruf auf ALEXANDER BRAUN. (Als Nachwort zu A. BRAUNS hinterlassenem Vortrage: Über den Samen.) Sep.-Abd. aus Sammlung wiss. Vortr. v. VIRCHOW u. v. HOLTZENDORFF, Heft 301.

45. Die Wurzelanschwellungen der Leguminosen sind durch parasitische Einflüsse hervorgerufen. Verh. Bot. Ver. Prov. Brand., XX. Sitzungsber., p. 55, u. Bot. Zeit., p. 708.

1879. 46. Zu dem Aufsatze des Herrn Prof. B. FRANK „Über die Parasiten in den Wurzelanschwellungen der Papilionaceen". Bot. Zeit., p. 537.

47. Über die Wurzelknöllchen der Leguminosen. Verh. d. Bot. Ver. Prov. Brand., XXI. Sitzungsber., p. 115, u. Bot. Zeit., p. 57.

48. zusammen mit Dr. BÖTTGER. Durchwachsungen an den Wurzelhaaren der Marchantiaceen, m. 1 Taf. Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brand., XXI. Sitzungsber., p. 2, u. Bot. Zeit., p. 450.

49. Über die Verdoppelung des Jahresringes. Verh. d. Bot. Ver. Prov. Brand., XXI, m. 1 Taf. Abh. p. 1.

1880. 50. Einrichtungen des Pflanzenphysiolog. Institutes und dessen Lehrsammlungen. Verh. d. Bot. Ver. Prov. Brand., XXII, p. 20.

51. Die WICKERHEIMsche Konservierungsflüssigkeit. Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, XXII. Sitzungsber., p. 78.

1881. 52. Einfluß äußerer Kräfte, insbesondere der Schwerkraft des Lichtes und der Berührung fester Körper auf die Anlegung von Sprossungen thallöser Gebilde u. deren Längenwachstum (Pollenschläuche). Verh. des Bot. Ver. Prov. Brand., XXIII., p. 7.

53. Über einige Abweichungen im Bau des Leitbündels der Monocotyledonen. Verh. d. Bot. Ver. Prov. Brand., XXIII, Abh. p. 34.

1882. 54. Über das Dickenwachstum des Holzkörpers in seiner Abhängigkeit von äußeren Einflüssen, mit 3 Taf. Berlin, PAUL PAREY.

55. Die Gärten des Lago maggiore. Gartenzeitung.

1884. 56. Das Wachstum des Thallus von *Coleochaete scutata* und seine Beziehungen zur Schwerkraft und zum Licht. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 2, p. 93.

57. Die Beziehungen des Lichtes zur Zellteilung bei *Saccharomyces cerevisiae*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. 2, p. 129.

1885. 58. Zusammen mit A. Zimmermann. Die Bedeutung der Spiralzellen bei *Nepenthes*. Ber. d. deutsch. Bot. Ges., III, p. 123.

59. Über die Anpassung der Laubblätter an die mechanischen Wirkungen des Regens und des Hagels. Ber. d. deutsch. bot. Ges., III, p. 207.

60. Über den Widerstand, welchen die Laubblätter an ihrer Ober- und Unterseite der Wirkung eines sie treffenden Stoßes entgegensetzen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., III, p. 258.

1886. 61. Über die Anpassungen von Pflanzen gemäßigter Klimate an die Aufnahme tropfbarflüssigen Wassers durch oberirdische Organe. D. bot. Ges., Bd. IV, p. XXXII. — Tagblatt. d. 59. Versamml. deutsch. naturf. Aerzte, Berlin.

62. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Tracheiden. Ber. der Deutsch. bot. Ges., Bd. IV, p. 267.

1887. 63. Bericht über Versuche, ob der auf Samen einwirkende Frost die Entwickelung der aus ihnen hervorgehenden Pflanze beeinflußt. Sitzungsber. d. naturf. Fr., p. 193.

64. Die Ameisen im Dienste des Gartenbaues. Gartenflora Bd. XXXVI.

65. Über Kristallbildung beim Kalkoxalat. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. V, p. 387.

1889. 66. Über die Bildung des Wundperiderms an Knollen in seiner Abhängigkeit von äußeren Einflüssen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., p. 154.

67. Über Laubfärbungen. Naturw. Wochenschr.

68. Die Zerstörung der älteren Privatgärten in Berlin. Gartenfl 38.

69. Umkehrversuche mit *Ampelopsis quinquefolia* und *Hedera Helix*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. VII, p. 20 u. 889.

1890. 70. Über eine Abnormität in der Abgrenzung der Jahresringe. Sitzungsbericht d. naturf. Freunde, p. 138.

71. Ein Beitrag zur Kenntnis der Markstrahlen dikotyler Holzgewächse. Ber. d. deutsch. bot. Ges., VIII, p. 176.

1891. 72. Über wissenschaftliche Aufgaben des Gartenbaues. Gartenflora.

1892. 73. Zur physiologischen Bedeutung des Anthocyans. Congr. Bot. Internat. Genova, p. 135.

1893. 74. Über das Zustandekommen der Membranfalten in seinen Beziehungen zum Turgordruck. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XI, p. 377.

75. Über die Milchsafthaare der Cichoraceen. Sitzungsber. d. naturf. Fr. Berlin, p. 191.

1894. 76. On Correlation in the growth of roots and shoots. Annals. of Botany vol., VIII, p. 265.

1895. 77. Über die Aufnahme tropfbarflüssigen Wassers durch winterlich entlaubte Zweige von Holzgewächsen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XIII, p. 361.

1896. 78. Über den Einfluß von Zug und Druck auf die Richtung der Scheidewände in sich teilenden Pflanzenzellen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XIV, p. 378.

79. Ausstellung von Objekten des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität auf der Berliner Gewerbeausstellung. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde.

80. Die Bedeutung der Pilze im Haushalte der Natur. Himmel und Erde VIII.

1897. 81. Die Abhängigkeit der Chlorophyllfunktion von den Chromatophoren und vom Cytoplasma. Ber. d. deutsch.. bot. Ges., XV, p. 388.

1898. 82. Vermögen isolierte Chlorophyllkörper im Lichte Sauerstoff auszuscheiden? Botan. Centralblatt, Bd. LXXIII, p. 426.

83. Über den Ort der Nährstoffaufnahme durch die Wurzel. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XVI, p. 216.

84. Ein Versuch zur Blattstellungs-Lehre. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XVI, (p. 60.)

1899. 85. Die Bedeutung der Wurzel f. das Leben der Pflanze. Himmel u. Erde, XI. Jahrg.

1900. 86. Über das angebliche Vorkommen lebenden Protoplasmas in den weiteren Lufträumen von Wasserpflanzen. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XVIII, p. 43.

1901. 87. On Correlation in the growth of Roots and Shoots. (Second paper . Annal. of Botany, XV, p. 613.

88. Über den Einfluß von Zug und Druck auf die Richtung der Scheidewände in sich teilenden Pflanzenzellen. Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXXVII, p. 55.

89. Über die Bedeutung des Blattgrüns für das Pflanzenleben. Naturw. Wochenschrift, Neue Folge, Bd. I.

1902. 90. Über den Einfluß des Lichtes auf das Wachstum der Bodenwurzeln. Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXXVIII, p. 421.

1904. 91. Studien über intercellulares Protosplasma. I. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXII, p. 30.

92. Über die Einschaltung der Blätter in das Verzweigungssystem der Pflanze. Naturw. Wochenschr. Neue Folge, Bd. III, 1904, p 369

93. Studien über intercellulares Protoplasma II. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXII, p. 347.

1905. 94. Studien über intercellulares Protoplasma, III. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIII, p. 36.

95. Über künstliche Spaltung der Blütenköpfe von *Helianthus annuus*. naturw. Wochenschrift. Neue Folge. Bd. 4.

96. Über Empfindung im Pflanzenreiche. Naturw. Wochenschrift. Neue Folge, Bd. 4.

1907. 97. Carl Müller. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. 25, 1907.

98. Über das Dickenwachstum des Holzkörpers der Wurzeln in seiner Beziehung zur Lotlinie. Ber. d. deutsch. bot. Ges , Bd. 26, p. 19.

1909. 99. Der Turgor der Markstrahlzellen. Landw. Jahrbücher, Bd. XXXVIII, p. 375, mit 2 Taf.

100 Die physiologische Bedeutung der Haare von *Stellaria media*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXVII, p. 532.

1910. 101. Die Schutzmittel der Pflanzen. Naturstudien f. jedermann, Heft 6 des Keplerbundes, Godesberg.

102. Über die Verteilung des Holzparenchyms bei *Abies pectinata* Dl. Annales du jardin botanique de Buitenzorg, 2 te Serie, Suppl. III, p. 645.

103. Geschichte des Pflanzenphysiologischen Instituts der Königl. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. Aus: LENZ, Geschichte der Universität Berlin, III, S. 302—06.

1912. 104. Die Architektonik der Pflanze. naturw. Wochenschrift. Neue Folge, Bd. XI, Jena, p. 161.

Julius von Wiesner.

Von

HANS MOLISCH.

(Mit Bildnistafel.)

> „Ein Verkünder der Natur zu sein ist ein schönes und heiliges Amt.“
> NOVALIS.

Der Einladung der deutschen botanischen Gesellschaft, JULIUS VON WIESNER einen Nachruf zu widmen, komme ich von Herzen gerne nach; stand ich doch mit dem zu unserer tiefen Trauer nunmehr Verstorbenen durch fast volle 40 Jahre in näherer Berührung. Zunächst als Student, als langjähriger Assistent, als Privatdozent, dann als Kollege und nicht zuletzt als Freund. Es dürfte nur wenige Personen geben, die Gelegenheit hatten, WIESNER so genau kennen zu lernen wie ich, mit seinen glänzenden Lichtseiten und seinen kleinen Schattenseiten, die kein Sterblicher an sich vermissen läßt.

WIESNERs Lebens- und Werdegang zu schildern, heißt 50 Jahre Geschichte österreichischer Pflanzenphysiologie und technischer Rohstofflehre berühren, denn auf beiden Gebieten hat der Genannte Hervorragendes geleistet und die Entwicklung beider Disziplinen durch ausgezeichnete Arbeiten gefördert. — Wenn im Urwald ein mächtiger Baumriese durch die Gewalt des Orkans gebrochen und dahingestreckt wird, so staunt der Wanderer über die große Lücke und den weiten Raum, den der Baum im Walde eingenommen hat. So ergeht es uns auch, wenn ein bedeutender

Mann aus unserer Mitte für immer scheidet. Erst nach seinem Tode begreifen wir die Größe des Verlustes und ermessen, was er uns war und was er uns geboten. —

WIESNER wurde am 20. Januar 1838 als der jüngste von 8 Geschwistern zu Tschechen in Mähren geboren. Kurze Zeit darauf übersiedelte sein Vater, der Spediteur war, nach Brünn. Hier verlebte WIESNER seine Kindheit und hier absolvierte er auch die Oberrealschule. In Wien studierte er unter FENZL und UNGER Botanik, arbeitete an der Technik unter A. v. SCHRÖTTER im chemischen Laboratorium, unter E. V. BRÜCKE im physiologischen und unter A. v. ETTINGSHAUSEN im physikalischen Institute.

22 Jahre alt, wurde er auf Grund seiner eingesandten Arbeiten Dr. phil. der Universität Jena, habilitierte sich 1861 am K. K. polytechnischen Institute in Wien für physiologische Botanik, wurde hier 1868 außerordentlicher Professor, 1870 ordentlicher Professor der Pflanzenphysiologie an der forstlichen Anstalt zu Mariabrunn und 1873 ord. ö. Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität in Wien. Gleichzeitig behielt er bis zum Jahre 1880 sein Lehramt am Polytechnikum, von dem er in diesem Jahre freiwillig zurücktrat, um sich ganz ungestört an der Wiener Universität der Lehre und Forschung hingeben zu können. Hier wirkte er ununterbrochen durch 36 Jahre. Im Jahre 1909 trat er entsprechend dem österr. Altersgesetze und nach Absolvierung des Ehrenjahres vom Amte zurück. —

Kehren wir nochmals zu WIESNERs Jugend zurück. Er war in Mähren geboren und illustrierte damit von neuem die merkwürdige Tatsache, daß gerade dieses Land innerhalb Österreichs und insbesondere der Wiener Universität eine stattliche Zahl von Zierden der Wissenschaft geschenkt hat. Ich erinnere an die Namen E. V. BÖHM-BAWERK, THEODOR GOMPERZ, GROBBEN, HATSCHEK, MACH, MUSIL, PINTNER, G. V. TSCHERMAK, M. WLASSAK, u. a.

WIESNER begann im Jahre 1849 seine Gymnasialstudien in Brünn, trat aber 1852, als daselbst eine Oberrealschule errichtet wurde, infolge seiner ausgesprochenen Neigung für die Realfächer in diese Schule über. Hier wirkten mehrere ausgezeichnete Kräfte, in den Jahren 1854—1868 kein Geringerer als GREGOR MENDEL, der später als Abt des Alt-Brünner Königsklosters durch die von ihm entdeckten Vererbungsgesetze ungeahnten Ruhm erwarb. Ferner der Botaniker ALEXANDER ZAWADSKI, emerit. Professor der Physik an der Lemberger Universität u. andere.

Schon als Knabe botanisierte WIESNER, häufig zusammen mit MAKOWSKY und BARTSCH, in der Umgebung von Brünn und trat, kaum 16 Jahre alt, mit einer floristischen Arbeit an die Öffentlichkeit, betitelt: „Über die Flora der Umgebung Brünns“. Diese erregte die Aufmerksamkeit seines Lehrers ZAWADSKI und erschien in dem Programm der K. K. Oberrealschule in Brünn vom Jahre 1854 mit dem bezeichnenden Vermerk: „Man ist von dem Grundsatze, keine Arbeit der Schüler in das Programm aufzunehmen, für diesmal abgegangen, weil der jugendliche Verfasser wirklich mit außerordentlichem Eifer dem Studium der Botanik obliegt, und wir keine vollständige Flora Brünns besitzen.“

Ich führe diese Erstlingsarbeit von WIESNER an, weil sie beweist, daß WIESNER zu jenen glücklichen Menschen gehörte, die schon als Kind, wie von einem Instinkte getrieben, wissen, was sie wollen und jenes Gebiet frühzeitig erkennen, auf dem ihr Talent liegt.

Nach Absolvierung der Oberrealschule trat WIESNER in das technische Institut in Brünn ein. Zu dieser Zeit begann sich WIESNER morphologischen Arbeiten zuzuwenden und trat dem damaligen Algenkenner NAVE näher, mit dem er zusammen an der Hand von SCHLEIDENs und SCHACHTs Werken mikroskopische Beobachtungen machte.

1858 übersiedelte WIESNER nach Wien. Seine früher wohlhabenden Eltern gerieten inzwischen in Verhältnisse, die es ihnen nicht mehr erlaubten, ihn so zu unterstützen, daß seine Existenz gesichert war. Aber sein Bruder AUGUST (später Advokat in Wien) ebnete ihm die Wege und verschaffte ihm eine Erzieherstelle in dem vornehmen Wiener Hause des Herrn MILLER VON AICHHOLZ. Obwohl WIESNER damals den größern Teil des Tages seinen 3 Zöglingen zu widmen hatte, fand er doch noch genügend Zeit, die für seine Ausbildung notwendigen Kollegien an der Universität und an der Technik zu hören.

Fußend auf der naturwissenschaftlichen Basis, die er sich besonders in den Laboratorien V. SCHRÖTTERs, V. BRÜCKEs und V. ETTINGSHAUSENs erworben, wandte er sich neuen wissenschaftlichen Untersuchungen zu. Es muß jedoch bemerkt werden, daß WIESNER auf seinem eigenen Fachgebiet, auf dem der Anatomie und Physiologie der Pflanze, soweit seine praktische Ausbildung dabei in Betracht kam, sozusagen Autodidakt war, denn in UNGERs Laboratorium, bei dem man damals in Wien allein Pflanzenphysiologie treiben konnte, arbeitete WIESNER nicht. Auch im

Ausland ging er nicht in die Schule, denn eigentliche pflanzenphysiologische Institute gab es ja zu dieser Zeit auch in Deutschland noch nicht.

Die Studenten von heute wissen gar nicht, wie gut sie es derzeit haben. Jeder Lehramtskandidat erhält ohne weiteres in den botanischen Instituten, mag es der systematischen oder der physiologischen Richtung angehören, einen Platz, und er wird nach einem bestimmten Programm theoretisch und praktisch geschult — lauter Dinge, die vor 60 Jahren noch in das Reich der Träume gehörten. Wollte damals jemand einen tieferen Blick in die Pflanzenphysiologie tun, so arbeitete er sich gewöhnlich selbst ein und machte zu Hause Präparate und einfache Experimente. So machte es auch WIESNER zusammen mit seinem Kollegen ADOLF WEISS, der später Professor der Botanik an der Universität Lemberg und sodann an der deutschen Universität in Prag wurde.

Wenn wir bedenken, daß WIESNER seinerzeit vom Gymnasium in die Realschule übertrat und eine große Vorliebe für die Realfächer hatte, so finden wir es begreiflich, daß er zunächst der Technik zustrebte. Mit glücklichem Blicke fand er bald jenes Gebiet heraus, wo er als Botaniker Ersprießliches leisten konnte, und wandte sich der technischen Mikroskopie und den Rohstoffen des Pflanzenreichs zu.

Damals lagen schon einige Werke vor, die als Vorläufer seiner Bestrebungen dienen konnten: BECKMANNs klassische „Vorbereitung der Warenkunde etc." (1793), BÖHMERs vortreffliche „Technische Geschichte der Pflanzen" (1794), SCHACHTs bekanntes Buch „Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe durch das Mikroskop und durch chemische Reagentien" (1853), BANCROFTS epochemachende „Untersuchungen über die Natur der beständigen Farben" (1817—1818), NÖRDLINGERs ausgezeichnetes Buch „Ueber die technischen Eigenschaften der Hölzer" und einige andere. Auf diesen Werken hat WIESNER weitergebaut. In rascher Folge erschienen aus seiner Feder von Werken: „Technische Mikroskopie", Wien 1867, „Die technisch verwendeten Gummi und Harze", Erlangen 1869, „Mikroskopische Untersuchungen", Wien 1872 und gewissermaßen als Krönung des Ganzen eines der Hauptwerke: „Die Rohstoffe des Pflanzenreiches", Leipzig 1873. Hier hatte er das ganze einschlägige Material systematisch geordnet, nach exakten Methoden beschrieben, überall, wo nur möglich, das Mikroskop in Anwendung gebracht und mit modernem naturwissenschaftlichem Geiste durchtränkt. So brachte er die technische Rohstofflehre des Pflanzenreichs auf bedeutende Höhe und wurde damit einer der tätigsten Mitbegründer und Förderer dieser für die Technik, Industrie und nicht zuletzt auch für die Botanik wichtigen Disziplin.

Daß dieses Werk einem dringenden Bedürfnisse entsprach, geht wohl am besten aus der Tatsache hervor, daß es 3 Auflagen erlebte. Da das Gebiet seit der 1. Auflage mächtig anschwoll, war es unmöglich geworden, daß ein Einziger, mochte er noch so vielseitig sein, die Fülle des Stoffs meistern konnte. WIESNER hat sich daher mit einer Reihe von Fachgenossen (M. BAMBERGER, W. FIGDOR, FR. V. HÖHNEL, T. F. HANAUSEK, F. KRASSER, F. LAFAR, K. MIKOSCH, H. MOLISCH, A. E. V. VOGL, K. WILHELM und S. ZEISEL) verbunden und im Vereine mit diesen die 2. und 3. Auflage erscheinen lassen.

Jeder, der sich heute für einen technisch verwendeten, vegetabilischen Rohstoff interessiert, sei es ein Gummi, ein Harz, ein Mehl, eine Faser, ein Holz, ein Farbstoff, ein Same oder dergleichen, wird dieses Buch als bewährten Ratgeber benützen. Dieses Werk hat WIESNERs Namen über Europa hinaus bekannt gemacht.

Auch mit seiner Schrift „Technische Mikroskopie" hatte er einen großen Erfolg insofern erzielt, weil dieses Fach an technischen Hochschulen vielfach als eigenes Lehrfach eingeführt wurde.

Einem weitern Kreise von Botanikern wurde WIESNERs Name auch geläufig durch seine von ihm eingeführten Holzstoffreaktionen. Auf keines Pflanzenanatomen Arbeitstisch fehlt heute ein Fläschchen mit Phlorogluzin und Salzsäure oder mit Anilinsulfat, denn, wie er uns gelehrt, lassen sich damit die kleinsten Spuren einer Verholzung der Zellhaut mit Sicherheit nachweisen.

Einen nicht geringen Einfluß auf WIESNERs Bestrebungen auf technischem Gebiete hatte auch SCHLEIDEN genommen, der in seinen „Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik" mit gewohnter Schärfe den Botanikern seiner Zeit ihr geringes Interesse für technische Botanik vorwarf und auf die vorhandene Lücke hinwies. Dies war für WIESNER ein Sporn, mehr sich technisch mikroskopischen Untersuchungen zu widmen.

Ein Meister auf diesem Gebiete, war der Entschlafene wie kaum ein Zweiter dazu befähigt, die materielle Zusammensetzung, Leimung und Herstellung alter, historisch wertvoller Papiere aufzudecken und so der Geschichte des Papiers und der Palaeographie einen wichtigen Dienst zu leisten.

Früher entzifferten die Historiker nicht bloß die Schriften alter Papiere, sondern sie wagten sich sogar auch an die Erforschung der materiellen Zusammensetzung. Ohne Mikroskop, ohne chemische Reaktionen glaubte man zum Ziele zu kommen. Man gelangte dabei zu zwei groben Irrtümern.

1. Das Hadernpapier, also das vom Mittelalter bis in die neuere Zeit allgemein verwendete Papier, sollte eine europäische, an der Wende des 13. Jahrhunderts gemachte Erfindung sein.

2. Dem Hadernpapier sollte ein aus roher Baumwolle erzeugtes Papier, das Baumwollpapier oder die „charta bombycina“ vorangegangen sein, das von den Chinesen erfunden und später auch von den Arabern erzeugt wurde.

Da trat auf Wiener Boden eine glückliche Wendung in der Erforschung der Papiergeschichte ein, als man bei dem Studium des Dokumentenschatzes von EL FAIJÛM und USCHMÛNEIN, der in der berühmt gewordenen Sammlung „Papyrus Erzherzog RAINER“ vereinigt ist, von dem richtigen und zeitgemäßen Gedanken ausging, die historisch-antiquarischen Untersuchungen mit gründlichen naturwissenschaftlichen Studien zu verknüpfen.

WIESNER wurde mit der Prüfung der erwähnten Papiere sowie in der Folgezeit auch mit der der Zusammensetzung derjenigen Papierdokumente betraut, die der Archäologe AUREL STEIN von seiner zentralasiatischen Expedition (1906—1908) mitbrachte. Unter diesen Papieren befand sich auch ein besonders wertvolles, das älteste bis jetzt zutage geförderte Papier, das in einem verfallenen Wachturm des alten Limes westlich von Tun-huang aufgefunden wurde. Der Wachturm war schon im 2. Jahrhundert nach Christus eine Ruine.

Für solche Untersuchungen war der Förderer der technischen Mikroskopie und Rohstoffkenner der richtige Mann. Er enthüllte die Zusammensetzung und die Leimung des Papiers, die Natur der Tinte und konnte, nach der antiquarischen Seite von seinem Kollegen V. KARABACEK immer ausgezeichnet beraten, zeigen, daß die alte Auffassung der Palaeographen, dem Hadernpapier sei reines Baumwollpapier vorangegangen, unrichtig ist, daß die Chinesen schon in der ersten Zeit ihrer Papierbereitung, etwa 600 Jahre früher als die Araber, Hadernpapier erzeugten und daß die Araber diese Kunst von den Chinesen später übernommen haben. Wir können also heute dank den Untersuchungen WIESNERs sagen: Wir Europäer haben die Kunst, gefilztes Papier aus Hadern zu machen von den Arabern übernommen und diese haben das Verfahren von den Chinesen gelernt.

Mit der Charakterisierung WIESNERs als Förderer und Mitbegründer der technischen Rohstofflehre ist eine Hauptseite seiner wissenschaftlichen Tätigkeit behandelt, die zweite, nicht weniger bedeutungsvolle betrifft den Pflanzenphysiologen. Als solcher hat er sich auf den verschiedensten Gebieten betätigt. darin Wichtiges und Grundlegendes geleistet. Ich erinnere nur an seine Monographie „Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche“ und an sein Werk „Der Lichtgenuß der Pflanzen“. Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Lichte fesselten ihn durch Jahrzehnte, die Transpiration, die Bewegungen, das Wachstum und die Anisophyllie beschäftigten ihn intensiv.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß eines seiner umfangreichsten Werke „Die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz“ (Wien 1892) in letzter Linie auch in seinen technisch-mikroskopischen Untersuchungen wurzelt und von hier ihren Ausgangspunkt genommen hat.

Er ging dabei von dem Karbonisierungsverfahren aus, das in der Praxis verwertet wird, um tierische Fasern von pflanzlichen Verunreinigungen zu befreien. Die Methode besteht darin, das mit Pflanzenresten verunreinigte Gewebe in 0.5—0.3 pCt. Salzsäure einzulegen, abzupressen und schließlich auf 50—60 ° zu erhitzen. Nach dieser Behandlung zerfallen die meisten vegetabilischen Gewebe in ein farbloses staubiges Pulver, während tierische Fasern unverändert bleiben. Die zerstäubte Masse besteht aus überaus kleinen, runden Körperchen, die von WIESNER als Dermatosomen bezeichnet wurden. Aus diesen denkt er sich die Zellhaut zusammengesetzt. Die von ihm angenommene Organisation der Zellmembran übertrug er dann auf das Plasma selbst, auch dieses besteht aus kleinen Teilchen, den Plasomen, die wachsen, assimilieren, sich vermehren, mithin lebende Gebilde sind. Nach WIESNER ist die Zellwand, wenigstens bis zu einem gewissen Alter, nicht ein Sarg, wie es der herrschenden Ansicht entspricht, sondern ein lebendes Gebilde, dem eine ähnliche Organisation zukommt wie dem Plasma selbst.

Während NÄGELI sich die Zellhaut und das Plasma aus krystallinischen, unquellbaren Molekülgruppen, den Mizellen, zusammengesetzt dachte, baut sich nach WIESNER das Plasma aus kolloidalen lebenden Teilchen, den Plasomen auf; aus ihnen geht auch die Wand hervor.

WIESNER weist NÄGELIs Mizellentheorie scharf zurück, weil sich Streifung, Schichtung, Wachstum und Doppelbrechung der Zellhaut durch die Plasomentheorie besser und einfacher erklären lassen als durch die Annahme von Mizellen. Die Zelle ist nach WIESNER nicht die letzte Lebenseinheit, sondern setzt sich, abgesehen von Zellkern, Zentrosomen, Chromatophoren, noch aus viel einfacheren Lebenseinheiten, den Plasomen zusammen, die sich zu der Zelle so verhalten, wie die Zelle zu den Geweben. Wenn auch die Ansicht WIESNERs in dem Punkte, daß die Zellhaut ein lebendes Gebilde sei, nicht durchzudringen vermochte, und seine Plasomentheorie heftig bekämpft wurde, so muß doch zugegeben werden, daß sich sehr bedeutende Forscher wie O. HERTWIG und M. HEIDENHEIM mehr und mehr WIESNERs Plasomentheorie zu nähern beginnen, wie denn überhaupt der Gedanke von letzten das Plasma aufbauenden Lebenseinheiten und die Annahme physiologischer Individualitäten, die außerhalb des Sichtbaren liegen, immer deutlicher zur Geltung kommt und kam, so bei DARWIN, SPENCER, DE VRIES, WEISMANN und ROUX.

In seinem Buche „Die Elementarstruktur etc.“ hat WIESNER, mag man sich zur Plasomentheorie und den daraus gezogenen Schlüssen stellen wie man will, eine große Gedankenarbeit geleistet, die ihn auf der Höhe seines anatomischen Könnens erscheinen läßt.

Von größeren physiologischen Arbeiten WIESNERs wäre zunächst zu nennen sein Buch: „Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze“. Wenn auch heute vieles davon überholt ist, so findet sich darin doch manches Wertvolle, auch werden verschiedene Fragen behandelt, die zu weiteren Untersuchungen Veranlassung gegeben haben: Die Frage nach der Entstehung und Zerstörung des Chlorophylls in verschieden brechbaren Strahlen, in verschiedenen Lichtintensitäten u. a. In dieser Schrift hat er als erster auf das Auftreten von Induktionserscheinungen in den lebenden Pflanzen aufmerksam gemacht. „Das Chlorophyll entsteht nicht sofort beim Beginne der Lichtwirkung und auch im Dunkeln setzt sich die Wirkung des Lichtes bis zu einer bestimmten Grenze fort.“ Die von ihm hier ausgesprochene Vermutung, daß es auch sonst noch Induktionserscheinungen in der Pflanze geben dürfte, konnte er selbst nicht lange darauf für den Heliotropismus erweisen.

Die von WIESNER über Chlorophyll gemachten Erfahrungen verwertete er in seiner anziehend geschriebenen Abhandlung „Die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls der lebenden Pflanze“ (1876). Ausgehend von der Erfahrung, daß der Chlorophyllfarbstoff, zumal in verdünnten Lösungen, gegen intensives Licht sehr empfindlich ist, sucht er nach Schutzeinrichtungen junger Blätter, die sie vor Zerstörung durch zu starke Sonnenbestrahlung schützen sollen, und gelangt auf diesem Wege wirklich zu einer Reihe von Einrichtungen wie Haarfilze, Kutikula, Lage der jungen Blätter, Bewegung der Blätter und andern, die in der Tat als solche Schutzmittel aufgefaßt werden können, ja uns gerade durch diese Deutung verständlicher werden. Hier tritt WIESNER zum ersten Male als Biologe auf, der sich bestrebt, auf Grund physiologischer Tatsachen auch teleologische Betrachtungen anzustellen.

Diese Abhandlung veröffentlichte WIESNER anläßlich der Feier des 25jährigen Bestehens der zoologisch-botanischen Gesellschaft in der von ihr herausgegebenen Festschrift. WIESNER war auch sonst mit dieser Gesellschaft vielfach verbunden. Er gehörte ihr seit 1861 an, hielt zahlreiche Vorträge, war Ausschußrat, Vizepräsident und seit 1894 Ehrenmitglied.

Mit seiner physiologischen Monographie „Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche“ (1878 u. 1880) schuf WIESNER einen wertvollen Baustein zur Reizphysiologie, auf welchen heute noch, obwohl gerade der Heliotropismus ein beliebtes und gerne bebautes Gebiet wurde und eine exakte Durcharbeitung erfahren hat, wie kaum ein anderes physiologisches Problem, gerne zurückgegriffen wird. Viele interessante Fragen werden hier gefördert und überhaupt zum ersten Male gestellt: Die heliotropische Nachwirkung, Beziehungen zwischen Lichtstärke, Lichtfarbe, Längenwachstum, Geotropismus und Heliotropismus. Eine besonders eingehende Untersuchung findet hier auch die Stellung der Blattflächen zur Richtung des Lichteinfalls; endlich wird nachgewiesen, daß die endgültige Lage der Blätter — von WIESNER als „fixe Lichtlage“ bezeichnet — durch die senkrechte Stellung der Spreite auf die Richtung des stärksten diffusen Lichtes zustande kommt. Schon ein Jahr darauf lernen wir WIESNER in seinem „Bewegungsvermögen der Pflanzen“ (1881) als Kritiker kennen. Hier wurde das kurz vorher erschienene, gleichnamige, durch neue Beobachtungen und anregende Ideen gleich ausgezeichnete Werk CH. DARWINs in einigen Hauptpunkten einer genauen Analyse unterworfen: Die Ansicht des großen englischen Naturforschers über die allgemeine Verbreitung der Zirkumnutation im Pflanzenreiche, die Herleitung aller andern Bewegungen von dieser Urbewegung, die Funktion der Wurzelspitze beim Geo-, Helio- und Hydrotropismus und manches andere. Die Ansicht DARWINs über die Zirkumnutation als Urbewegung hat in der Physiologie bisher keine festeren Wurzeln geschlagen und so scheint der Heimgegangene in diesem Punkte recht zu behalten. Bezüglich der Wurzelspitze hingegen neigt sich die spätere Forschung auf Seite DARWINs, wenn auch heute zugegeben werden muß, daß nicht nur die Spitze, sondern auch die darangrenzende wachsende Region bei der geotropischen Reizaufnahme beteiligt ist. WIESNERs Kritik war aber insofern berechtigt, als er darauf hinwies, daß eine geköpfte Wurzel nicht ohne weiteres mit einer unverletzten verglichen werden darf, da die dekapitierte Wurzel, abgesehen von der fehlenden Wurzelspitze, eine große Wunde hat, die zu Störungen Veranlassung geben kann.

Die Lektüre von WIESNERs Werk wird auch deshalb zu einer genußreichen, weil er seinen berühmten Gegner mit Sammethandschuhen anfaßt, die Kritik höchst objektiv gestaltet und die Verdienste des großen Briten vollauf anerkennt. Ich kann dies nicht besser belegen als durch die Worte DARWINs selbst, die er an WIESNER schrieb, nachdem er die Kritik des Wiener Physiologen gelesen: „Vor allem lassen Sie mich Ihnen herzlich danken für die Art und Weise, mit der Sie mich durchweg behandelt haben. Sie haben gezeigt, wie ein Mann in der entschiedensten Weise von der Meinung eines andern abweichen und doch seinen Meinungsunterschied mit der vollkommensten Höflichkeit ausdrücken kann. Nicht wenige englische und deutsche Naturforscher könnten eine nützliche Lehre aus Ihrem Beispiele ziehen, denn die rohe Sprache, die oft Männer der Wissenschaft gegenseitig führen, tut nicht gut und degradiert nur die Wissenschaft. Ihr Buch hat mir das höchste Interesse gewährt und einige Ihrer Versuche sind so schön, daß ich wirkliche Freude empfand, während ich bei lebendigem Leibe geschnitten wurde.“

Das Problem, Licht und Pflanze, zog WIESNER immer wieder von neuem an und so sehen wir ihn zuletzt viele Jahre mit dem Lichtgenuß der Pflanze beschäftigt. Wir verdanken BUNSEN und ROSCOE eine Methode der Lichtmessung, die im wesentlichen darin besteht, daß ein bestimmt zubereitetes photographisches Papier, das sogenannte Normalpapier, dem Lichte ausgesetzt und unter Berücksichtigung der erforderlichen Zeit die entstehende Schwärzung mit einem konstanten Farbenton verglichen wird. Der Grad der Schwärzung ist proportional der Lichtintensität und der Belichtungsdauer. Die Methode von BUNSEN und ROSCOE, die die chemische Intensität des Lichtes zu messen gestattet, hat WIESNER vereinfacht, seinen pflanzenphysiologischen Untersuchungen angepaßt und in dieser veränderten Form in die Pflanzenphysiologie eingeführt.

Ausgerüstet mit dieser Methode machte sich WIESNER zunächst daran, in Wien Lichtmessungen in ausgedehntem Umfange durchzuführen, reiste, obwohl bereits in höherem Alter, nach den Tropen, um namentlich in Buitenzorg auf Java, dann auf der Rückkehr in Ägypten neue Erfahrungen zu sammeln, vervollständigte im arktischen Gebiete, in der Adventbai, in Hammerfest und Tromsö seine Studien und fügt dann im Yellowstone-Gebiete und einigen anderen Orten Nordamerikas den Schlußstein zu seinen Beobachtungen über das photochemische Klima und den Lichtgenuß der Pflanzen.

Während wir früher in der Pflanzenphysiologie zumeist nur von Hell und Dunkel, von direktem und diffusem Lichte sprachen, wird jetzt nach WIESNER das Licht genau gemessen: der tägliche und jährliche Gang der chemischen Lichtintensität, die Zeit des täglichen Maximums, das Verhältnis der Stärke des direkten Sonnenlichtes zum diffusen Lichte genau bestimmt, es wird — und darin liegt das Hauptverdienst des WIESNERschen Buches — die Pflanze als Ganzes in ihren Beziehungen zum Lichte studiert und zu diesem Zwecke die auf die Pflanze an ihrem Standorte einwirkende Lichtmenge und ihr Lichtgenuß sowie der architektonische Einfluß des Lichtes auf die Pflanze festgestellt. Diese Untersuchungen haben auf pflanzenphysiologischem Gebiete bahnbrechend gewirkt und auch das Interesse der Klimatologen und Pflanzengeographen hervorgerufen.

Als WIESNER 1909 in den Ruhestand trat, hörte seine wissenschaftliche Tätigkeit, wie vorauszusehen war, nicht auf; er nahm ältere Lichtstudien wieder auf, gab seine gesammelten Essays und Reden in einem Bande unter dem Titel „Natur-Geist-Technik“ heraus und redigierte die 3. Auflage seiner „Rohstoffe des Pflanzenreichs“, deren Erscheinen er zur Gänze leider nicht mehr erlebte.

Vor etwa 2 Jahren begannen sich die Folgen einer Arteriosklerose zu zeigen, die ihn daran verhinderte, wie bisher das von mir, seinem Nachfolger geleitete, ziemlich hoch gelegene Institut zu besuchen und sich hier in gewohnter Weise zu beschäftigen. So gezwungen, experimentellen Arbeiten zu entsagen, begann WIESNER, der nimmer rastende Geist, sich intensiver naturphilosophischen Fragen hinzugeben. Das Problem der Entwicklung beschäftigte ihn nachhaltig. Was und wie er darüber dachte, hat er in einem auch für weitere Kreise bestimmten Büchlein „Erschaffung, Entstehung, Entwicklung“, Berlin 1916, das wenige Tage vor seinem Tode erschien, niedergelegt. Hier wandelt WIESNER auf naturphilosophischen Bahnen. Eine möglichst genaue Begrenzung des Entwicklungsbegriffes liegt ihm am Herzen. An knüpfend an die einschlägigen Auffassungen von K. E. v. BAER, HERBERT SPENCER und DRIESCH kommt er zu einer Begriffsbestimmung der Entwicklung „welche die wahre, auf innere Ursachen beruhende Entwicklung (Evolution) einerseits von der bloß auf äußeren Ursachen beruhenden Scheinentwicklung (Pseudoevolution) und andererseits von der Entstehung auf das genaueste scheidet.“

Durch die Berührung und die kritische Behandlung allgemein naturwissenschaftlicher Probleme wie Urzeugung, Deszendenztheorie, Ontogenie, Phylogenie, Monismus u. a. gewinnt das Werk noch weiter an Interesse. Auch deshalb, weil daraus ersichtlich ist, wie sich ein durch 60jährige experimentelle Forscherarbeit geschulter Biologe zu den genannten Problemen stellt. WIESNER leugnet, wie die meisten heutigen Naturforscher, die Existenz einer Urzeugung, neigt bezüglich der Entstehung der Arten v. NÄGELI und DE VRIES zu, legt dabei das Hauptgewicht auf den Sprung in der Entwicklung im Sinne von DE VRIES und weist auch den Gedanken einer Schöpfung durch eine höhere Intelligenz nicht ab.

Ähnlich wie FECHNER, REINKE, MACH, OSTWALD und BOLTZMANN kam auch WIESNER von der exakten Wissenschaft schließlich zur Philosophie und dieser Weg, und nicht der umgekehrte, erscheint auch der empfehlenswerte und erfolgversprechende, denn ein Philosoph kann heute nur Ersprießliches leisten, wenn er sich, bei dem Bestreben, tiefere Einsicht in phänomenale, metaphaenomale und metaphysische Dinge zu gewinnen, auf eine feste Basis positiver Kenntnisse zu stützen vermag.

Von dem kleinen Erstlingswerke WIESNERs, dessen Bausteine der junge Realschüler auf seinen Wanderungen durch Wald und Flur zusammentrug, bis zu seinem letzten naturphilosophischen Werk über Entwicklung, das uns den abgeklärten Geist des nahezu 80jährigen Denkers zeigt, hat WIESNER ununterbrochen gearbeitet. Kein Jahr verrät eine Pause. Neben den 11 hier kurz skizzierten selbständig erschienenen Werken liegen noch mehr als 200 wissenschaftliche Untersuchungen vor, von denen die meisten in den Sitzungsberichten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien und in den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft in Berlin erschienen sind.

Selbst in den Sommerferien gab er sich nicht der Ruhe hin. Mit Vorliebe wählte er zu dieser Zeit Probleme, denen er in freier Natur nachgehen konnte. Bald interessiert ihn die Bestimmung der Größe der Regentropfen, bald der Heliotropismus der am Waldrande stehenden Pflanzen, bald der Lichtgenuß eines am Stubenfenster stehenden Gewächses, bald die auf dem Waldboden im Baumschatten entstehenden Sonnenbilder. Schauend und beobachtend wird ihm jeder Spaziergang zum Genuß.

Als am Beginne der 80ziger Jahre des vorigen Jahrhunderts von FERSTELs Künstlerhand die neue Wiener Universität errichtet wurde, versäumte es WIESNER nicht, daselbst auch dem pflanzenphysiologischen Institute ein prächtiges Heim zu schaffen. Nach dem Scheiden H. KARSTENs von Wien übernahm WIESNER 1873 eine kleine botanische Sammlung, die zuerst im Gymnasium der Wasagasse in einem Zimmer untergebracht war. Schon nach einem Jahre übersiedelte das höchst bescheidene Institut, sit venia verbo, in ein Privathaus in der Türkenstraße Nr. 3, wo auch andere Laboratorien, so das von J. STEFAN, v. LANG und FR. EXNER untergebracht waren. Das aus 8 Räumen bestehende Institut umfaßte eine kleine Fachbibliothek, einige wenige Apparate, ein paar Wandtafeln, die allernotwendigsten Gläser und Chemikalien. Trotz dieses höchst bescheidenen Inventars herrschte hier ein reger, wissenschaftlicher Geist.

1885 wurde das pflanzenphysiologische Institut in das zweite Stockwerk der neuen Universität verlegt, wo es in prächtigen Räumen auch noch heute untergebracht ist. Nach und nach erfuhr es durch Vergrößerung der Bibliothek, der Apparatur und der Sammlungen weitere Ausgestaltungen. Wenn auch die Räume des Institutes infolge des in Friedenszeiten enormen Anstieges der Studentenzahl heute nicht mehr genügen und sich namentlich der Mangel eines Versuchsgartens für physiologische Arbeiten immer mehr und mehr fühlbar macht, so darf das von WIESNER geschaffene Institut doch zu den best eingerichteten seiner Art gezählt werden.

Dieses Laboratorium war von Anbeginn eine Anziehung für junge Botaniker, die einen tieferen Blick in die Pflanzenphysiologie machen wollten. Die meisten Botaniker von Ruf, die heute in Österreich an Hochschulen wirken oder sich um die Botanik verdient gemacht haben, sind bei WIESNER in die Schule gegangen. Er hat das große Verdienst, schon in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts einen regelmäßigen praktischen Laboratoriumsunterricht eingeführt zu haben. Bei ihm wurde der Anfänger entweder anatomisch oder physiologisch oder nach beiden Seiten geschult und das war eben früher nicht der Fall. Der Professor der alten Schule hat das von ihm geleitete Institut nur allzu gerne als sein Laboratorium betrachtet, in dem er möglichst ungestört und von Schülern unbelästigt seinen wissenschaftlichen Interessen nachgehen konnte.

Die Schüler von heute können sich gar keine Vorstellung machen, wie schwer es früher war, in einem botanischen Laboratorium einen Arbeitsplatz zu gewinnen und unter der Anleitung eines Professors zu arbeiten. WIESNER hatte, wie er mir oft erzählte, den sehnlichsten Wunsch bei UNGER sich auszubilden, sein Wunsch wurde aber nicht erfüllt.

Heute ist das Gegenteil der Fall. Der praktische Unterricht für den Anfänger und Vorgeschrittenen wird mit Recht als ein Hauptziel naturwissenschaftlicher Institute betrachtet und der Student wird sich gar nicht bewußt, daß ihm alle Behelfe so zu sagen auf dem Präsentierteller dargeboten werden, nicht selten noch versüßt durch eine beträchtliche Geldsubvention zum Zwecke der Durchführung einer wissenschaftlichen Arbeit.

WIESNER hatte einen klaren, lebendigen Vortrag. Er sprach immer frei und brachte gerne neue Errungenschaften und mit Vorliebe auch eigene Beobachtungen vor, wodurch die Vorlesung eine individuelle, persönliche Färbung erhielt. Der Stoff war immer wohl durchdacht und es schien, als ob er sich das schöne Wort ARAGOS zur Devise gemacht hätte: „Klarheit ist die Höflichkeit derer, welche öffentlich reden.“

Nach der Vorlesung verblieb er regelmäßig noch 1/4 Stunde auf dem Katheder, gab Erläuterungen zu den Experimenten — der Tisch war damit gewöhnlich reichlich gedeckt — und zog Studenten gerne in ein wissenschaftliches Gespräch. Dadurch gestaltete sich das Verhältnis zwischen Lehrer und Schüler inniger, besonders im Praktikum, wo er mit jedem einzelnen den Gang der Arbeit besprach, mit Rat nicht kargte, den verzagenden ermunterte und den leidenschaftlichen zur Mäßigung mahnte.

War das fachmännische vorüber, so entnahm er gerne seiner Rocktasche eine Zigarre, schnitt sie mit dem Messer mitten durch und zündete dann zur höchsten Überraschung des Schülers die eine Hälfte an der Mundstückseite an, um zu rauchen. Nun war er in der richtigen Stimmung, über allgemeine naturwissenschaftliche Fragen, über Naturphilosophie, aktuelle Tagesereignisse, Politik, Religion oder Erinnerungen aus seinem Leben zu sprechen.

Im Besitze einer starken Impulsivität und eines lebhaften Temperaments verfocht er seine Ansichten oft mit steigender Wärme und lauter Stimme, ja wenn sich anscheinend unberechtigter Widerspruch entgegenstemmte, konnte sich die Debatte leicht dem Siedepunkte nähern. Aber nur einen Augenblick; dann alsbald zerteilten sich die Wolken und rasch griff er selbst versöhnend ein und gerade in solchen Augenblicken erschien seine Selbstzucht und Herzensgüte in schönstem Lichte.

WIESNERs wissenschaftliche Tätigkeit wäre unvollständig geschildert, wenn man nicht auf sein vortreffliches Lehrbuch „Elemente der wissenschaftlichen Botanik“ hinweisen würde, das in 3 Bänden erschien und sich Jahrzehnte hindurch einer großen Verbreitung über die Grenzen Österreichs erfreute. Der 1. Band umfaßte Anatomie und Physiologie der Pflanze, erschien in der Zeit von 1881—1906 bisher in 5 Auflagen und wurde ins Russische. Italienische und Neugriechische übersetzt. Der 2. Band enthielt die „Elemente der Organographie, Systematik und Biologie der Pflanzen“ und wurde in der 3. Auflage von Prof. FRITSCH bearbeitet (1909). Der 3. Band, ursprünglich mit dem 2. vereint, erschien später abgesondert unter dem Titel: „Biologie der Pflanzen“ in 3 Auflagen.

Das Lehrbuch läßt WIESNERs Lehrtalent in hellem Lichte erscheinen und hat das Studium tausender Studierender beeinflußt, ja auch den Fachgenossen gute Dienste geleistet.

Ein Grundzug von WIESNERs Wesen war seine bestrickende Liebenswürdigkeit. Mit seinem Wohlwollen, seinem Entgegenkommen und den freundlich blickenden Zügen zog er viele an und es war daher und mit Rücksicht auf seine sonstigen Eigenschaften nicht zu verwundern, daß aus seinem Institute eine ungewöhnlich große Zahl von Schülerarbeiten hervorging und daß er im Laufe seiner überaus langen Lehrtätigkeit eine Menge engerer Schüler heranzog, von denen sehr viele eigene Lehrstühle an Hochschulen derzeit bekleiden oder Hochschulprofessoren geworden sind: G. V. BECK (Prag), A. BURGERSTEIN (Wien), CIESLAR (Wien), J. CZAPEK (Prag), W. FIGDOR (Wien), K. FRITSCH (Graz), V. GRAFE (Wien), G. HABERLANDT (Berlin), F. KRASSER (Prag), K. LINSBAUER (Graz), K. MIKOSCH (Brünn), H. MOLISCH (Wien), E. PALLA (Graz), V. WETTSTEIN (Wien).

Welcher Achtung und Liebe sich WIESNER im Kreise seiner Schüler und der Wiener Gesellschaft erfreute, kam anläßlich der Feier seines 70. Geburtstages zum demonstrativen Ausdruck. Der Rektor der Universität, Kollegen, Freunde, die Vertreter zahlreicher Körperschaften und seine Schüler wetteiferten, dem bis zu Tränen gerührten Jubilar ihre Verehrung zu bezeugen. Die Schüler erfreuten ihn überdies noch durch die Überreichung einer stattlichen Festschrift, an der sich zahlreiche Fachgenossen des In- und Auslandes beteiligt hatten. WIESNER ist auch sonst in hohem Grade geehrt worden. Um nur das wichtigste hervorzuheben: Er war 1898/99 Rector magnificus der Wiener Universität, lebenslängliches Mitglied des Herrenhauses, Besitzer vieler Orden und gelegentlich seines Rücktrittes vom Amte im Jahre 1909 wurde ihm der erbliche Ritterstand verliehen. Die berühmtesten Akademien und andere gelehrte Gesellschaften der Welt erwählten ihn zu ihrem Mitglied, so Berlin, Paris, München, Rom, Turin, Göttingen, Upsala, Christiania u. a.

ALPHONS DE CANDOLLE hat in seinem berühmten Werke „Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten etc." die Ehrenernennung der Akademien als objektiven Maßstab für den Wert der Forscher vorgeschlagen. Auch nach diesem Maßstab gemessen, muß WIESNER als eine bedeutende Intelligenz bezeichnet werden.

Eine besondere Freude machte es WIESNER auch, daß HOUSTON STEWARD CHAMBERLAIN, der, nebenbei bemerkt, auch eine Abhandlung über die Saftbewegung in der Pflanze geschrieben und WIESNERs Vorlesungen gehört hat, ihm als Zeichen seiner Hochschätzung sein vielgelesenes Buch „Die Grundlagen des 19. Jahrhunderts" gewidmet hat.

WIESNERs Familienleben war überaus glücklich. Schien ihm die Sonne in seinem Beruf, so erst recht im Kreise der Seinen. Er hing mit großer Zärtlichkeit und Liebe an seiner Gattin, seinen Söhnen und Enkeln. Und das war gegenseitig. WIESNER hätte sich nicht so ungestört seinem Berufe widmen können, wenn nicht seine Gattin, die mir mit ihrem tiefen Gemüt, ihrem feinen Empfinden und ihrer Häuslichkeit stets als Typus einer echten deutschen Frau erschien, ihm alle häuslichen Sorgen weggenommen und das Leben möglichst behaglich gemacht hätte. Während seiner Krankheit war sie ihm eine liebevolle, opferfreudige Pflegerin, fast bis zum Erlahmen ihrer Kräfte. —

Überblicken wir WIESNERs Leben, so erscheint es beneidenswert. Eine glückliche Jugend, eine überaus rasche, schöne Karriere, große wissenschaftliche Erfolge, ein gesunder Körper, ein langes Leben, von Sorge kaum getrübt und gepaart mit einem gesunden Optimismus, all das wirkte zusammen, um ihn glücklich zu machen. Er selbst sagte einmal als 70jähriger: „Ich habe nicht immer Glück gehabt, aber glücklich bin ich doch gewesen".

In den letzten 2 Jahren stellten sich von Zeit zu Zeit asthmatische Beschwerden ein, die aber immer noch kleinere Spaziergänge und rege geistige Tätigkeit erlaubten. Erst etwa 3 Wochen vor seinem Tode mehrten sich die Beschwerden und steigerten sich schließlich so stark, daß alle ärztliche Hilfe vergebens war.

Am 12. Oktober l. J. schloß sich über ihm am Grinzinger Friedhofe an einem wundervollen Herbsttage das Grab. Die goldenen Strahlen der Sonne und die Bäume sandten mit den fallenden Blättern ihre letzten Grüße. —

In den Arkaden der Wiener Universität befindet sich unter den Denkmälern, die hier den Leuchten der Wissenschaft errichtet wurden, auch eine Botanikergruppe: JAN JNGEN-HOUSZ, STEPHAN ENDLICHER, FRANZ UNGER und A. V. KERNER.

INGEN-HOUSZ kam auf Einladung unserer großen Kaiserin MARIA THERESIA nach Wien, um ihre eigenen und Wiener Bürgerskinder gegen die Blattern zu impfen. Er war berühmt als Arzt, aber noch berühmter als Pflanzenphysiologe. Den Sockel seiner Büste zieren die bedeutungsvollen Worte: „Qua ratione plantae aluntur, primus perspexit“.

Daneben steht ENDLICHERs Standbild, dessen fundamentales Werk „Genera plantarum“ als eine Leistung ersten Ranges gilt.

UNGER, im Leben mit ENDLICHER durch innige Freundschaft verbunden, erscheint auch hier mit ihm vereint. Als Pflanzenphysiolog, Phytopalaeontolog und geistvoller Schriftsteller genießt er heute noch großes Ansehen.

Als vierter in dieser Gruppe blickt uns A. VON KERNER aus einem Wandrelief entgegen. Mit seinem geistvollen Werke „Das Pflanzenleben“ hat er der Biologie einen großen Dienst geleistet und den Sinn für die biologische Betrachtung der Pflanze in breite Schichten des gebildeten Volkes getragen. —

In dieser Gruppe von Denkmälern wird WIESNER nicht fehlen dürfen. Die Wiener Universität wird sich nur selbst ehren, wenn sie in nicht ferner Zeit diesen wissenschaftlichen Sternen erster Größe auch sein Standbild hinzufügt. In die allmählich schwindende Trauer um seinen Verlust wird sich dann die aufkeimende Freude und der Stolz darüber mengen, daß wir einen solchen Mann in unserem Vaterlande besessen, dessen ganzes Lebenswerk darauf eingestellt war, mitzuwirken, die Rätsel des Lebendigen zu entschleiern.

Verzeichnis der wissenschaftlichen Arbeiten Wiesners (1854—1916).

Verzeichnis der wichtigen Abkürzungen.

S. Ak. = Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, Wo nicht anders bemerkt, sind die Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, I. Abt., gemeint.

D. Ak. = Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Wo nicht besonders hervorgehoben, handelt es sich um die Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

M f. Ch. = Monatshefte für Chemie. Herausgegeben von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.

Ö. B. Z, = Österreichische botanische Zeitschrift.

B. Z. = Botanische Zeitung.

Z. B. G. = Verhandlungen der k. k. zoologischen-botanischen Gesellschaft.

D. B. G. = Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft.

B. C. = Botanisches Centralblatt.

Biol. C. = Biologisches Centralblatt.

Ap. V. = Zeitschrift des Allgemeinen österreichischen Apothekervereines

Di. = DINGLERs Polytechnisches Journal.

C. r. = Comptes rendus des séances de l'académie des sciences, Paris.

Die Jahreszahlen bezeichnen bei periodischen Publikationen stets das Jahr des betreffenden Bandes, nicht das Jahr des buchhändlerischen Erscheinens, wodurch das Nachschlagen erleichtert wird.

1854.

1. *Lysimachia Zavadskii* WIESN. Ö. B. Z. IV, p 257.
2. Exkursion in die Umgebung von Tscheitsch in Mähren. Ö. B. Z. IV p. 329.
3. Über die Flora der Umgebung Brünns. Progr. d. Deutschen Staatsoberrealschule in Brünn.

1855.

4. Exkursion in das südliche Mähren. Ö. B. Z. V, p. 274.

1857.

5. Zur Geschichte des Laubblattes perennierender Gewächse. Ö. B. Z. VII, p. 25.
6. Über die Verteilung der appendikulären Organe an den Axen von *Hibiscus trionum* und *H. syriacus.* Ö. B. Z. VII, p. 423.

1859.

7. Untersuchung über die Lage der charakteristischen Riefen an den Axenorganen der Pflanzen. S. Ak. 37, p. 704.
8. Die Gesetze der Riefenteilung an den Pflanzenaxen. S. Ak. 38, p. 831.
9. Über den geometrischen Charakter und über die Streckung der entwickelten Laubblätter von *Liriodendron tulipiferum.* Ö. B. Z. 9, p. 294.

1860.

10. — und WEISS, Vorläufige Notiz über die direkte Nachweisung des Eisens in den Zellen der Pflanzen. S. Ak 40, p. 276.
11. Beobachtungen über Stellungsverhältnisse der Nebenblätter. S. Ak. 42, p. 225.
12. Untersuchungen über den Bogenwert der Blattbasen. S. Ak. 42. p 417.
13. Note über die Verteilung der mineralischen Bestandteile der Pflanzen. Ö. B. Z. 10, p. 320.

1861.

14. Die Blattbögen und ihre Berechnung. S. Ak. 43, p. 467.

15. Über das Verhalten des Kupferoxydammoniaks zur Membran der Pflanzenzellen, zum Zellkerne und Primordialschlauche. S. Ak. 44, II. Abt., p. 37.

16. — und WEISS, Beiträge zur Kenntnis der chemischen und physikalischen Natur des Milchsaftes der Pflanzen. I. Teil. B. Z. 19, p. 41.

1862

17. Vorläufige Mitteilung über die Lage der Blattbasis. S. Ak. 45, II. Abt., p. 28.

18. Untersuchungen über das magnetische Verhalten einiger Cyanverbindungen des Eisens, Nickels und Kobalts. S. Ak. 46, II. Abt., p. 175.

19. — und WEISS, Über das Verhalten des Kupferoxydammoniaks zur Stärke. S. Ak. 46, II. Abt., p. 311.

20. — und WEISS, Beiträge zur chemischen und physikalischen Natur des Milchsaftes der Pflanzen. II. Teil. B. Z. 20, p. 125.

21. Einige Beobachtungen über Gerb- und Farbstoffe der Blumenblätter. B. Z. 20, p. 389.

22. — und WEISS, Separatabdrücke botanischer Abhandlungen aus wissenschaftlichen Journalen, in Gemeinschaft ausgeführt von A. WEISS und J. WIESNER. Wien, Verlag JAKOB und HOLZHAUSEN, 1861—1862.

1863.

23. Über die Einwirkung des Kupferoxydammoniaks auf tierische Gewebe und Gewebselemente. S. Ak. 48, p. 199.

1864.

24. Über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre. S. Ak. 49, II. Abt., p. 61.

25. Untersuchung über das Auftreten von Pektinkörpern in den Geweben der Runkelrübe. S. Ak. 50, II. Abt., p. 442.

26. Mikroskopische Untersuchung der Papierfasern. Ö. B. Z. 14, p. 65.

1865.

27. Über die Entstehung des Harzes im Innern der Pflanzenzellen. S. Ak. 52, II. Abt., p. 118.

28. Mikroskopische Untersuchungen der Maislische und der Maisfaserprodukte. Di. 175, p. 225.

29. Mikroskopische Erkennung der Stroh- und Espartopapiere. Wochenschr. d. n. ö. Gewerbevereines 26, p. 584.

1866.

30. Anatomisches und Histochemisches über das Zuckerrohr. Ein Beitrag zur wissenschaftlichen Begründung einer neuen Saftgewinnungsmethode, genannt Diffusion. KARSTENs Bot. Unters. I, p. 113.

31. — und WEISS, Über die Einwirkung der Chromsäure auf Stärke. B. Z. 24, p. 13.

1867.

32. Einleitung in die technische Mikroskopie nebst mikroskopisch-technischen Untersuchungen. Wien, Verlag BRAUMÜLLER, 1867.

1868.

33. Beobachtungen über den Einfluß der Erdschwere auf Größe und Formbeschaffenheit der Blätter. S. Ak. 58, p. 369.

34. Untersuchung des Steifungsvermögens einiger Stärkesorten. Di. 190, p. 154.
35. — und J. HÜBL, Untersuchung der neuen, zur Pariser Weltausstellung (1867) gesendeten Stärkesorten. Di. 190, p. 157.
36. — u. A. PRASCH, Die mikroskopischen Kennzeichen mehrerer neue Seidensorten. Di. 190, p. 233.
37. Über die Oberflächenform einiger Harze. Sitzungsber. d. nat. Gesellsch. Isis in Dresden, p. 76.
38. Die mikroskopischen Präparate des Dr. JOH. GRÖNLAND in Paris. Ö. B. Z. 18, p. 392.

1869.

39. Untersuchungen über den Einfluß, welchen Zufuhr und Entziehung von Wasser auf die Lebenstätigkeit der Hefezellen äußern. S. Ak. 59, II. Abt., p. 495.
40. Untersuchungen über den Einfluß der Wasserzufuhr und Wasserentziehung auf die Lebenstätigkeit der Hefezellen. Di. 193, p. 158.
41. — und BECKERHINN, Das Gummi der *Moringa pterygosperma* Gärtn. Di. 193, p. 166.
42 Über die Jute. Di. 194, p. 244.
43. Bericht über die Weltausstellung zu Paris im Jahre 1867. Herausgegeben durch das k. k. österr. Zentralcomite. Verlag BRAUMÜLLER.
44. Über den Zusammenhang einiger äußerer Eigenschaften des Holzes mit dessen anatomischem Baue. Österr. bot. Monatsschr. f. d. ges. Forstwesen 19, p 509.
45. Gummiarten, Harze u. Balsame. Erlangen, Verlag ENCKE, 1869.

1870.

46. Beiträge zur Kenntnis der indischen Faserpflanzen und der aus ihnen abgeschiedenen Fasern, nebst Beobachtungen über den feineren Bau der Bastzellen. S. Ak. 62, p. 171.

1871.

47. Experimental-Untersuchungen über die Keimung der Samen. I. Reihe. S. Ak. 64, p. 415.
48. Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. S. Ak. 64, p. 465.
49. Vorläufige Mitteilung über das Auftreten von Chlorophyll in einigen für chlorophyllfrei gehaltenen Phanerogamen. B. Z. 29, p. 619.
50. Beobachtungen über die Wachsüberzüge der Epidermis. B. Z. 29, p 769.
51. Über die Nachweisung der Holzfaser im Papier. Di. 201, p. 156.
52. Untersuchungen über die Sorten von sogenannten Eukalyptgummi, welche in der Sammlung des österreichischen Apothekervereines enthalten sind. Z. Ap. Ver. 9, p. 497.

1872.

53. Untersuchungen einiger Treibhölzer aus dem nördlichen Eismeere. S. Ak. 65, p. 96.
54. Untersuchungen über die Farbstoffe einiger für chlorophyllfrei gehaltenen Phanerogamen. PRINGSHEIM 8, p. 575.
55. Bericht über technisch verwendete Pflanzenstoffe Indiens, welche durch die ostasiatische Expedition erworben wurden. In: K. v. SCHER-

ZER, Fachmänn. Ber. über die österr.-ungar. Exped. nach Siam, China und Japan (1868—1871). Stuttgart, Verlag J. MAIER, Anhang IV.

56. Mikroskop. Untersuchungen. Stuttgart, Verlag J. MAIER, 1872.

1873.

57. Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung des *Penicillium glaucum*. S. Ak. 68, p. 5.
58. Über einige im laufenden Winter beobachtete Vegetationserscheinungen. Ö. B. Z. 23, p. 41.
59. Mikroskope. In: F. W. EXNER, Beiträge zur Geschichte der Gewerbe und Erfindungen Österreichs. II. Reihe. Wien, Verlag BRAUMÜLLER.
60. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Versuch einer technischen Rohstofflehre des Planzenreiches. Leipzig, ENGELMANN.

1874.

61. Bemerkungen über die angeblichen Bestandteile des Chlorophylls Flora 57, p. 278.
62. Über das Verhalten des Chlorophylls und Xanthophylls im Lichte verschiedener Brechbarkeit. Lotos 24, p. 81.
63. Vorläufige Mitteilung über den Einfluß des Lichtes auf Entstehung und Zerstörung des Chlorophylls. B. Z. 32, p. 116.
64. Untersuchungen über die Beziehungen des Lichtes zum Chlorophyll. S. Ak. 69, p. 327.
65. Welche Strahlen des Lichtes zerlegen bei Sauerstoffzutritt das Chlorophyll? Pogg. Ann. 152, p. 496.
66. Über die Menge des Chlorophylls in den oberirdischen Organen von *Neottia Nidus avis*. Flora 57, p. 73.
67. Fremdländische Pflanzenstoffe zu industriellem Gebrauche. Offizieller Ausstellungsbericht, herausgegeben von der Zentraldirektion der Weltausstellung. Wien, Hof- u. Staatsdruckerei. Heft 71, p. 123.

1875.

68. Über die Bewegung des Imbibitionswassers im Holze und in der Membran der Pflanzenzelle. Vor. Mitt. B. Z. 33, p. 358 u. 361.
69. Untersuchungen über die Bewegung des Imbibitionswassers im Holze und in der Membran der Pflanzenzelle. S. Ak. 72, p. 389.
70. Bemerkungen über rationale und irrationale Divergenzen. Flora 58 p. 113.
71. Über das Vorkommen von Haaren in den Interzellulargängen des Mesophylls von *Philodendron pertusum*. Ö B Z. 25, p. 4.
72. Über eine bestimmte Orientierung der Kristalle von oxalsaurem Kalk im Mesophyll von *Pontederia crassipes*. Ö. B. Z. 25, p. 7.
73. — und PACHER, Über die Transpiration entlaubter Zweige und des Stammes der Roßkastanie. Ö. B. Z. 25, p. 145.
74. Über die dunklen Punkte im Papiere. Di. 215, p. 270 und 217, p. 77.

1876.

75. Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transpiration der Pflanze. S. Ak. 74, p 477.
76. Die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls der lebenden Pflanze. Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens d. k. k. zool.-botan. Gesellschaft. Wien, p. 21.
77. Über die Wellung (Faltung) der Zellmembranen in den Geweben der Luftwurzeln von *Hartwegia comosa* Nees, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Wellung der Zellhäute. Ö. B. Z. 26, p. 8.

78. Über die kristallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhäute. B Z. 34, p. 225.
79. Über eine neue Konstruktion des selbstregistrierenden Auxanometers Flora 59, p. 467.
80 Bemerkungen über das Verhalten der vegetabilischen und animalischen Faser beim Karbonisieren der Wolle und des Tuches. Di. 220, p 454.

1877.

81. Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze. Wien, Verlag HÖLDER.
82. Über das Vorkommen und die Entstehung von Etiolin und Chlorophyll in der Kartoffel. Ö. B. Z. 27, p. 7.

1878.

83. Die undulierende Nutation der Internodien. Ein Beitrag zur Lehre vom Längenwachstum der Pflanzenstengel. S. Ak. 77, p. 15.
84. Note über das Verhalten des Phlorogluzins und einiger verwandter Körper zur verholzten Zellmembran. S. Ak. 77, p. 60
85. Versuche über den Ausgleich des Gasdruckes in den Geweben der Pflanzen. S. Ak. 79, p. 368.
86. Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. Eine physiologische Monographie. I. Teil. D. Ak. 39, p. 143.
87. Phlorogluzin zur Nachweisung der Holzsubstanz. Di. 227, p. 397.
88. Der Kreislauf des Stoffes in der Pflanzenwelt. R. FLEISCHERs Deutsche Revue (März) u Ö. B. Z 28, p. 354.

1879.

89. Untersuchungen über den Heliotropismus. Vorl. Mitt. S. Ak. 81, p. 7.

1880.

90. Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. II. Teil. D. Ak. 43, p. 1.
91. Bemerkungen zu dem Aufsatze: Stoff und Form der Pflanzenorgane von J. SACHS. B. Z. 38, p. 452.
92. Über die Bedeutung der technischen Rohstofflehre (technische Warenkunde) als selbständige Disziplin und über deren Behandlung als Lehrgegenstand an technischen Hochschulen. Di. 237.

1881.

93. Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Wien, Verlag HÖLDER.
94. Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien, Verlag HÖLDER.

1882.

95. Studien über das Welken von Blüten und Laubsprossen. Ein Beitrag zur Lehre von der Wasseraufnahme, Saftleitung und Transpiration der Pflanzen. S. Ak. 86, p. 209
96. Bemerkungen über die Natur des Hypochlorins. B. C. 10, p. 260.

1883.

97. Über das Eindringen der Winterknospen kriechender Brombeersprosse in den Boden. S. Ak. 87, p. 7.
98 Einige Bemerkungen zu dem Aufsatze des Herrn Dr. JUL. WORTMANN über Nutation. B. Z. 41, p. 77.
99. Über die Wachstumsweise des Epikotyls von *Phaseolus multiflorus*. B. Z. 41. p. 441.

100. — und WETTSTEIN, Untersuchungen über die Wachstumsgesetze der Pflanzenorgane. I. Reihe: Nutierende Internodien. S. Ak. 88, p. 454.

1884.

101. Untersuchungen über die Wachstumsbewegungen der Wurzeln (DARWINsche und geotropische Wurzelkrümmung). S. Ak. 89, p. 223.
102. Note über die angebliche Funktion der Wurzelspitze beim Zustandekommen der geotropischen Krümmung. D. B. G. II, p. 72.
103. Einige neue Tatsachen, welche zur Erklärung der spontanen Nutationen und der fixen Lichtlage der Blätter herangezogen werden können. B. Z. 42, p. 657.
104. Elemente der Organographie, Systematik und Biologie der Pflanzen (mit einem Anhang: Die historische Entwicklung der Botanik). (Als II. Band der Elemente der wissenschaftlichen Botanik.) Wien, Verlag HÖLDER.

1885.

105. Über ein Ferment, welches in der Pflanze die Umwandlung der Zellulose in Gummi und Schleim bewirkt. B. Z. 43, p. 577.
106. Über das Gummiferment. Ein neues diastatisches Enzym, welches die Gummi- und Schleimmetamorphose in der Pflanze bedingt. M. f. Ch. 6, p. 592 und S. Ak. 92, p. 40.
107. Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. (Als I. Band der Elemente der wissenschaftlichen Botanik.) 2. Aufl. Wien, Verlag HÖLDER.

1886.

108. Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut. S. Ak. 103, p. 17.
109. Mikroskopische Untersuchungen der Papiere von el-Faijûm. Mitt. aus d. Samml. der Papyrus Erzherzog RAINER. Wien, Verlag d. k. k. Hof- und Staatsdruckerei. I., Heft 1 und 2, p. 45.
110. Die Papiere von el-Faijûm Ein Beitrag zur Geschichte der Papiere. Deutsche Revue.
111. Untersuchungen über das rasche Vergilben des Papiers. Di. 241, p. 386.

1887.

112. Grundversuche über den Einfluß der Luftbewegung auf die Transpiration der Pflanzen. S. Ak. 96, p. 182.
113. Bemerkungen zu einer Schrift des Herrn VOLKENS. B. Z. 45, p. 400 u. p. 526.
114. Die mikroskopische Untersuchung des Papiers mit besonderer Berücksichtigung der ältesten orientalischen und europäischen Papiere. Sonderabdr. d. unter dem Titel „Faijûmer und Uschmûneiner Papiere“ im II. und III. Band der Mitt. aus d. Samml. d. Papyrus Erzh. RAINER erschienenen Abhandlung. Wien, Verlag d. k. k. Hof- und Staatsdruckerei.
115. Über den Einfluß des Gaslichtes auf das rasche Vergilben der Holzschliffpapiere. Di. 266.

1888.

116. Zur Eiweißreaktion und Struktur der Zellmembran. D. B. G. 6, p. 33.
117. Über den Nachweis der Eiweißkörper in den Pflanzenzellen. D. B. G. 6, p. 187.

1889.

118. — und MOLISCH, Untersuchungen über die Gasbewegung in der Pflanze. S. Ak. 98, p. 670.

119. Der absteigende Wasserstrom und dessen physiologische Bedeutung. Mit Rücksicht auf das Gesetz der mechanischen Coincidenz im Organismus. B. Z. 47, p. 1.

120. Zur Erklärung der wechselnden Geschwindigkeit des Vegetationsrhythmus. Ö. B. Z. 39, p. 79.

121. Biologie der Pflanzen (mit einem Anhange: „Die historische Entwicklung der Botanik“). (Als III. Band der Elemente der wissenschaftlichen Botanik.) Wien, Verlag HÖLDER.

1890.

122. Vorläufige Mitteilung über die Elementargebilde der Pflanzenzelle. S. Ak. 99, p. 383.

123. Versuch einer Erklärung des Wachstums der Pflanzenzelle. D. B. G. 8, p. 196 und Ö. B. Z. 40, p. 387.

124. Anatomie und Physiologie der Pflanzen. (Als I. Band der Elemente der wissenschaftlichen Botanik.) 3. Aufl. Wien, Verlag HÖLDER.

125. Über das Saftperiderm. Ö. B. Z. 40, p. 107.

1891.

126. Formänderung der Pflanzen bei Kultur in absolut feuchtem Raume und im Dunkeln. D. B. G. 9, p. 46

127. Organographie und Systematik der Pflanzen. (Als II. Band der Elemente der wissenschaftlichen Botanik.) 2. Aufl. Wien, Verlag HÖLDER.

1892.

128. Über den mikroskopischen Nachweis der Kohle in ihren verschiedenen Formen und über die Übereinstimmung des Lungenpigments mit der Rußkohle. S. Ak. 101, p. 879.

129. Untersuchungen über den Einfluß der Lage auf die Gestalt der Pflanzenorgane. I. Abt. Die Anisomorphie der Pflanzen. S. Ak. 101, p. 657.

130. Materielle Untersuchung der Agramer Mumienbinden. In: Die Etruskischen Mumienbinden des Agramer Nationalmuseums. D. Ak, phil.-hist. Klasse, 41.

131. Studien über angebliche Baumbastpapiere. S. Ak phil.-hist. Kl. 126

132. Notiz über eine Blüte mit positiv geotropischen Eigenschaften. D. B. G. 10, p 12.

133. Vorläufige Mitteilung über die Erscheinung der Exotrophie. D. B. G. 10, p. 552.

134. Über das ungleichseitige Dickenwachstum des Holzkörpers infolge der Lage. D. B. G. 10, p. 605.

135. Über die Auflösung der Blattrosetten von Plantagoarten bei unterirdischer Kultur. WOLLNY, Forsch. auf d. Gebiete der Agrik. Phys. 15, p. 433.

136. Eine Bemerkung zu PFEFFERS „Energetik der Pflanze“. B. Z. 50. p. 478.

137. Über den Einfluß des elektrischen Glühlichtes auf Holzschliffpapiere nebst Bemerkungen über die Festigkeitsabnahme solcher Papiere in durch das Licht vergilbtem Zustande. Di. 284, p. 67.

138. Die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz. Wien, Verlag HÖLDER.

1893.

139. Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete I. Orientierende Versuche über den Einfluß der sogenannten chemischen Lichtintensität auf den Gestaltungsprozeß der Pflanzenorgane. S. Ak. 102, p. 291.
140. Über ombrophile und ombrophobe Pflanzenorgane. S. Ak. 102, p. 503
141. Versuch einer Bestimmung der unteren Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit nebst Bemerkungen zur Theorie des Heliotropismus. Ö. B. Z. 43, p. 233.
142. Mikroskop zur Bestimmung des Längenwachstums der Pflanzenorgane und überhaupt zur mikroskopischen Messung von Höhenunterschieden. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. u. f. mikr. Techn. 10, p. 145.

1894.

Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg. S. Ak. 103

143. I. Beobachtungen über die Lichtlage der Blätter tropischer Gewächse, p. 8.
144. II. Beobachtungen über Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls tropischer Gewächse, p. 22.
145. III. Über den vorherrschend ombrophilen Charakter des Laubes der Tropengewächse, p. 169.
146. IV. Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*, p. 401.
147. V. Studien über die Anisophyllie tropischer Gewächse, p. 625.
148. Bemerkungen über den faktischen Lichtgenuß der Pflanzen. D. B. G. 12, Gen.-Vers.-Heft, p. 78.
149. Beobachtungen über die *Anisophyllie*, einiger tropischer Gewächse, D. B. G. 12, Gen.-Vers.-Heft, p. 89.
150. Über die Epitrophie der Rinde und des Holzes bei den Tiliaceen und Anonaceen. D. B. G. 12, Gen.-Vers.-Heft, p. 93.

1895.

151. Untersuchungen über den Lichtgenuß der Pflanzen mit Rücksicht auf die Vegetation von Wien, Kairo und Buitenzorg (Java). Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. II. S. Ak. 104, p. 605.
152. Beiträge zur Kenntnis des tropischen Regens. S. Ak. 104, p. 1397.
153. Über die Trophieen nebst Bemerkungen über Anisophyllie. D. B. G. 13, p. 481.
154. Bemerkungen zu Herrn ROTHERTs Abhandlungen über Heliotropismus und über die Funktion der Wurzelspitze. B Z. 52, p. 1.
155. Der Upasbaum und dessen derzeitige Verbreitung auf den Sundainseln. Z. Ap. Ver. 33, p. 813.

1896.

156. —, W. FIGDOR, F. KRASSER, L. LINSBAUER, Untersuchungen über das photochemische Klima von Wien, Kairo und Buitenzorg (Java). D. Ak. 64, p. 73.
157. Experimenteller Nachweis paratonischer Trophieen beim Dickenwachstum des Holzes der Fichte. D. B. G. 14, p. 180.
158. Über die Abstammung des Dammars. Z. Ap. Ver. 50, p. 14.

1897.

159. Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg: VI.: Zur Physiologie von *Taeniophyllum Zollingeri*. S. Ak. 106, p. 77.
160. Über die Ruheperiode und über einige Keimungsbedingungen der Samen von *Viscum album*. D. B. G. 15, p. 503.
161. Untersuchungen über die mechanische Wirkung des Regens auf die Pflanze nebst Beobachtungen und Bemerkungen über sekundäre Regenwirkungen. Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg 14, p. 277.
162. Über die photometrische Bestimmung heliotropischer Konstanten. B. C. 69, p. 305.
163. Der Lichtwuchs der Holzgewächse. Zentralblatt f. d. ges. Forstwesen, Wien.

1898.

164. Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas im arktischen Gebiete. D. Ak. 67, p. 643.
165. Über Heliotropismus, hervorgerufen durch diffuses Tageslicht. D. B. G. 16. p. 158.
166. Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes C. r. 126, p. 1287.
167. Anatomie und Physiologie der Pflanzen. (Als I. Band der Elemente der wissenschaftlichen Botanik.) 4. Aufl. Wien, Verlag HÖLDER.
168. Über eine neue Form der falschen Dichotomie an Laubsprossen von Holzgewächsen. Ann. du Jard. Bot. Buitenzorg. Suppl. II, p. 97.
169. Die Beziehungen der Pflanzenphysiologie zu den anderen Wissenschaften. Inaugurationsrede. Wien, Verlag HÖLDER.

1899.

170. Über die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke. Biol. C. 19, p. 1.
171. Über die natürliche Oberflächenbeschaffenheit der Harze. Z. Ap. Ver. 37, p. 385.
172. Über die Struktur der Gummiharze. Z. Ap. Ver. 37, p. 425.

1900.

173. Untersuchungen über den Lichtgenuß der Pflanzen im arktischen Gebiete. Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete, III. S. Ak. 109.
174. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. 2. Aufl. I. Bd. Leipzig, Verlag ENGELMANN.
175. Mikroskope. In: Weltausstellung Paris 1900. Katalog der österreichischen Abteilung. Gruppe I und III. I. Teil. Beitr. Österr. z. d. Fortschritten im 19. Jahrh.

1901.

176. Die Stellung der Blüte zum Lichte. Biol. C. 21, 24.
177. Beiträge zur Kenntnis des Lichtklimas von Tromsö und des Lichtgenusses der Pflanzen im hocharktischen Gebiete. Tromsö Museums. Aarshefter, 24.

1902.

178. Biologie der Pflanzen (mit einem Anhange: „Die historische Entwicklung der Botanik".) (Als III. Band der Elemente der wissenschaftlichen Botanik.) 2. Aufl. Wien, Verlag HÖLDER.
179. Regulierung der Zweigrichtung durch „variable Epinastie". D. B. G. 20, p. 321.

180. Über die Beziehungen der Stellungsverhältnisse der Laubblätter zur Beleuchtung. D. B. G. 20, Gen.-Vers.-Heft 1, p. 84.
181. Studien über den Einfluß der Schwerkraft auf die Richtung der Pflanzenorgane. S. Ak. 111, p. 733.
182. Mikroskopische Untersuchung alter ostturkestanischer und anderer asiatischer Papiere, nebst histologischen Beiträgen zur mikroskopischen Papieruntersuchung. D. Ak. 72, p. 588.
183. Zur Geschichte des Papieres. Festschrift zur Erinnerung an die Feier des 50jährigen Bestandes der deutschen Staatsoberrealschule in Brünn.

1903.

184. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. 2. Aufl., II. Bd., Verlag ENGELMANN.
185. Zur Biologie der Blattstellung. Biol. C. 23, p. 209.
186. Über ontogenetisch-phylogenetische Parallelerscheinungen mit Hauptrücksicht auf Anisophyllie. Z. B. G. 53, p. 426.

1904.

187. Über Laubfall infolge Sinkens des absoluten Lichtgenusses. D. B. G. 22, p. 64.
188. Über den Treiblaubfall und über Ombrophilie immergrüner Holzgewächse. D. B. G. 22, p. 316.
189. Über den Hitzelaubfall. D. B. G. 22, p. 501.
190. Sur l'adaption de la plante à l'intensité de la lumiére. C. r. 138, 30. Mai.
191. In Sachen meiner Studien über den Einfluß der Schwerkraft auf die Richtung der Pflanzenorgane. B. Z. 62, II, 75.
192. *Lysimachia Zavadskii* als Beispiel einer durch Mutation entstandenen Pflanzenform. Ö. B. Z., p. 161.
193. Ein neuer Beitrag zur Geschichte des Papieres. S. Ak.; philos.-hist. Kl. 148, 6. Abh.

1905.

194. Die Entwicklung der Pflanzenphysiologie unter dem Einflusse anderer Wissenschaften. Ö. B. Z. Nr. 4.
195. The development of plant physiology under the influence of the other sciences. Congress of arts and sciences. Univ. Exposit. St. Louis 1904. Vol. V, p. 103.
196. Über den Einfluß des Sonnen- und des diffusen Tageslichtes auf die Laubentwicklung sommergrüner Holzgewächse. (Photometr. Unters. IV.) S. Ak. 113, p. 469.
197. Untersuchungen über den Lichtgenuß der Pflanzen im Yellowstone-Gebiete und in anderen Gegenden Nordamerikas. (Photometr. Unters. V.) S. Ak. 114, p. 77.
198. Über korrelative Transpiration mit Hauptrücksicht auf Anisophyllie und Phototrophie. S. Ak. 114, p. 477.
199. Über Frostlaubfall nebst Bemerkungen über die Mechanik der Blattablösung. D. B. G. 23, p. 49.
200. Die biologische Bedeutung des Laubfalles. D. B. G. 23, p. 172.
201. JAN INGEN-HOUSZ. Sein Leben und sein Wirken als Naturforscher und Arzt. Wien, Verlag C. KONEGEN.

1906.

202. — v. WETTSTEIN u. ZAHLBRUCKNER; „Verhandlungen“ und „wissenschaftliche Ergebnisse“ des Intern. bot. Kongr. in Wien 1905. Verlag G. FISCHER in Jena.
203. Anatomie und Physiologie der Pflanzen (Als I. Bd. der „Elemente der wissenschaftl. Botanik“.) 5. Aufl. Wien, Verlag A. HÖLDER.
204. Beobachtungen über den Lichtgenuß und über einige andere physiologische Verhältnisse blühender *Geranium*arten. S. Ak. 115, p. 387.
205. Über die Richtungsbewegung der Blütenköpfchen bei *Tussilago farfara.* Ö. B. Z. 56, p. 370.
206. Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas des Yellowstone-Gebietes und einiger anderer Gegenden Nordamerikas. D. Ak. 80, 1.
207. Zur Laubfallfrage. Bemerkungen zu H. DINGLERS Abhandlung: „Versuche und Gedanken zum herbstlichen Laubfall“. D. B. G. 24, p. 32.
208. Beobachtungen über die photochemische Intensität der direkten Sonnenstrahlung und der diffusen Himmelsstrahlung während der partiellen Sonnenfinsternis am 30. August 1905 zu Friesach in Kärnten. (Bearbeitet v. F. M. EXNER.) Meteorol. Zeitschr. 1906, p. 344.

1907.

209. Der Lichtgenuß der Pflanzen. Photometrische und physiologische Untersuchungen mit besonderer Rücksichtnahme auf Lebensweise, geographische Verbreitung und Kultur der Pflanzen. Leipzig, Verlag ENGELMANN.
210. Die organoiden Gebilde der Pflanze. Festschrift A. LIEBEN.

1908.

211. Anwendung photochemischer Lichtmessungen zur Ermittlung des Lichtgenusses der Pflanzen. Zeitschr. f. Elektrochemie, Nr. 33.
212. Bemerkungen über den Zusammenhang von Blattgestalt und Lichtgenuß. S. Ak. 117, p. 1251.
213. Versuche über die Wärmeverhältnisse kleiner, insbesondere linear geformter, von der Sonne bestrahlter Pflanzenorgane. D. B. G. 26a, p. 702.

1909.

214. Über die Veränderung des direkten Sonnenlichtes beim Eintritt in die Laubkrone der Bäume und in die Laubmassen anderer Gewächse. S. Ak. 118, p. 759.
215. Über die Anpassung der Pflanze an das diffuse Tages- und das direkte Sonnenlicht. TREUB — Festschrift.
216. Der Lichtgenuß der Pflanzen (Vortrag, gehalten in der zweiten allgemeinen Sitzung der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg am 24. September 1909.) Verhandl. d. Ges. D. Naturf. u. Ärzte.
217. — u. FRITSCH, Organographie und Systematik der Pflanzen. (Als II. Band der Elemente der wissenschaftlichen Botanik.) 3. Aufl. Wien, Verlag HÖLDER.
218. Über die Anpassung der Pflanze an das diffuse Tages- und das direkte Sonnenlicht. Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg. 2. Serie. Suppl. III.

1910.

219. Eine Methode zur Bestimmung der Richtung und Intensität des stärksten diffusen Lichtes eines bestimmten Lichtareals. S. Ak. 119, p. 599.

1911.

220. Weitere Studien über die Lichtlage der Blätter und über den Lichtgenuß der Pflanzen. S. Ak. 120, p. 119.

221. Über die ältesten bis jetzt aufgefundenen Hadernpapiere. Ein neuer Beitrag zur Geschichte des Papieres. S. Ak. phil.-histor. Klasse 168, 5. Abh.

222. Bemerkungen über die „Lichtspareinrichtung" des *Taxus*-Blattes. Ö. B. Z. 61, p. 412.

1912.

223. Studien über die Richtung heliotropischer und photometrischer Organe im Vergleiche zur Einfallsrichtung des wirksamen Lichtes. S. Ak. 121, p. 299.

224. Heliotropismus und Strahlengang. D. B. G. 30, p. 235.

1913.

225. Über die Photometrie von Laubsprossen und Laubsproßsystemen. Flora 105, p. 127.

226. Biologie der Pflanzen (mit einem Anhange: „Die historische Entwicklung der Botanik"). (Als III. Band der Elemente der wissenschaftlichen Botanik.) 3. Aufl. Wien, Verlag HÖLDER.

1914.

227. — BAAR, Beiträge zur Kenntnis der Anatomie des Agave-Blattes S. Ak 123, p. 679.

228. Der Einfluß der Luftbewegung auf die Beleuchtung des Laubes D. B. G. 32, p. 559.

1915.

229. Naturwissenschaftliche Bemerkungen über Entstehung und Entwicklung. S. Ak. 124, p. 231.

230. Bemerkung zu HERBERT SPENCERs Evolutionsphilosophie. Abhandlung, der Philosophischen Gesellschaft vorgelegt in der Monatsversammlung am 19. Juni 1915. Jahrbuch der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien 1914/1915.

1916.

231. Erschaffung, Entstehung, Entwicklung und über die Grenzen der Berechtigung des Entwicklungsgedankens. Berlin, Verlag von Gebr. PAETEL.

Daniel Oliver.

(1830—1916.)

Von

HANS SCHINZ.

D. OLIVER, seit 1884 korrespondierendes Mitglied der Deutschen Botanischen Gesellschaft, wurde am 6. Februar 1830 in Newcastle-on-Tyne (England) geboren. Frühzeitig kam er als Mitglied des Tyneside Naturalists' Field Club in nähere Berührung mit einer Reihe hervorragender Naturfreunde, die es verstanden, die in dem jungen Manne schlummernden Kräfte zu wecken und die wohl viel zu deren Entfaltung beitrugen. Mit 17 Jahren trat der junge Oliver mit seiner ersten Publikation, sie war ökologischen Charakters, an die Öffentlichkeit; mit 21 Jahren wurde er Mitglied der Edinburgher Botanischen Gesellschaft und mit 23 Jahren erfolgte sein Eintritt in die altberühmte Linnean Society. Inzwischen war WILLIAM HOOKER auf den strebsamen, jungen Mann aufmerksam geworden und es gelang ihm, ihn für seinen Sohn JOSEPH zu gewinnen, den er in der Folge bei der Bearbeitung und der Verteilung der umfangreichen, auf Veranlassung der East India Company zusammengebrachten indischen Sammlungen zu unterstützen hatte. Diese Gelegenheit wird es gewesen sein, die ihn voll und ganz für die Systematik gewann. 1858 wurde DANIEL OLIVER Assistent am Herbarium in Kew und 1864 trat er an die Stelle des erkrankten A. BLACK als „Keeper" des Herbariums und der Bibliothek in Kew. 32 Jahre lang hat DANIEL OLIVER an diesem, allen Systematikern wohlvertrauten, weltberühmten Institute gewirkt. Die Tätigkeit OLIVER's ist eine außerordentlich mannigfaltige gewesen. Schon 1859 begann er mit botanischen, für die Gartenangestellten der Königlichen Gärten in Kew bestimmten Vorlesungen, die ihm Gelegenheit gaben, ein ausgezeichnetes Lehrtalent zu entfalten. Die nächste Folge hiervon war, daß ihm 1861 als Nachfolger LINDLEY's dessen Lehrstuhl am Londoner University College übertragen wurde. 1863 wurde er Mitglied der Royal Society. Angeregt durch die epochemachenden Arbeiten NÄGELI's, SCHACHT's, v. MOHL's und anderer beschäftigte sich OLIVER zu dieser Zeit noch mit Vorliebe mit histologischen Arbeiten und dies mag wohl auch die Veranlassung dazu gegeben haben, daß ihn JOSEPH HOOKER mit dem histologischen Teil seiner *Welwitschia*-Monographie betraute; die sämtlichen anatomischen Abbildungen jener bedeutenden Publikation entstammen OLIVER's kunstgeübter Hand. Später hat sich dann OLIVER allerdings nur noch ausnahmsweise mit anatomischen Untersuchungen befaßt. Mit der rasch aufsteigenden Bedeutung Kew's als Mittelpunkt systematischer Forschung, bedingt zu einem guten Teil durch die rastlose Tätigkeit eines JOSEPH HOOKER, ROBERT BENTHAM, DANIEL OLIVER, wuchs, möchte man fast sagen, auch der Ruhm DANIEL OLIVER's als eines allwissenden Pflanzenkenners, begreiflicherweise, war er doch in den Wirrnissen der tropischen Pflanzenwelt zu Hause wie kein zweiter seiner Zeitgenossen, und dies ohne je selbst die Tropen betreten zu haben. So bedeutend wie sein Wissen, so groß war indessen auch zeitlebens seine Bescheidenheit. Nie hat er den zahlreichen ausländischen Besuchern der Sammlungen Kew's sein Wissen aufgedrängt. Wurde aber sein Rat nachgesucht, ja dann konnte er sich stundenlang dem Studium der aufgeworfenen Frage widmen, nicht nachgebend, bis des Rätsels Kern gefunden war. Eine Tätigkeit besonderer Art entwickelte OLIVER wieder als Mitglied des Vorstandes der Linnean Society, 1861—1863 und 1872—1874; in derselben Eigenschaft diente er auch der Royal Society 1875—1876 und 1880 bis 1882, Beweis dafür, wie man allerorts die Arbeitskraft und die Arbeitseinsicht OLIVER's zu schätzen und sich dienstbar zu machen wußte. 1890 trat dann DANIEL OLIVER aus dem Staatsdienst zurück, als Botaniker ist er aber auch in der Folge insofern noch tätig gewesen, als er bis 1895 Herausgeber von HOOKER's Icones Plantarum verblieben ist.

DANIEL OLIVER war auch ein hervorragender Landschafts- und Figurenzeichner, ein Zeichner von tiefstem Empfinden und als solcher legte er sich eine bedeutende und wertvolle Sammlung eigener und fremder Kunstblätter an und pflegte gern diese den Gästen, die sich ab und zu an seiner Abendtafel einfanden, vorzuweisen. Einen ganz besonderen Genuß gewährten die zahlreichen Kunsterzeugnisse, die er von seinen verschiedenen Reisen durch Frankreich zurückbrachte, auf denen er sich mit Vorliebe dem Studium und der graphischen Wiedergabe von Tier- und Pflanzenformen in der französischen Profan- und Kirchenarchitektur widmete. Die französischen Kathedralen waren in dieser Hinsicht für ihn eine wahre Fundgrube.

DANIEL OLIVER hat mannigfache Ehrungen erfahren. 1882 wählte ihn die Edinburgher Botanische Gesellschaft zu einem ihrer sechs britischen Ehrenmitglieder, 1884 erhielt er von der Royal Society die Goldene Medaille, 1891 ehrte ihn die Universität von

Aberdeen durch die Verleihung des L. L. D.-Titels und 1893 übergab ihm die Linnean Society ihre Goldene Medaille. Daß DANIEL OLIVER 1884 von der Deutschen Botanischen Gesellschaft zum korrespondierenden Mitgliede gewählt wurde, habe ich eingangs schon erwähnt.

Der Name OLIVER ist, daß soll noch hervorgehoben werden, gewissermaßen zum Ausgangspunkt umfassender Erforschung der afrikanischen Flora geworden. Sind auch unter seinem Namen nur drei Bände der „Flora of tropcial Africa" erschienen, so haben diese doch einen gewaltigen und anhaltenden Anstoß zur botanischen Durchforschung des schwarzen Kontinentes gegeben, und OLIVER's Name wird daher mit dieser auf immer verknüpft bleiben.

OLIVER hatte sich 1861 mit Fräulein HARRIET WALL von Sheffield verheiratet, aus welcher Verbindung ein Sohn und zwei Töchter, die ihn, der am 21. Dezember 1916 nach kurzer Krankheit gestorben ist, beide überleben, hervorgegangen sind. Sein Sohn bekleidet heute an der Londoner Universität den Lehrstuhl, den einst der Vater inne gehabt hat.

Quellen: Nature, Vol. 98 (1916), 331; The Friend, Vol. LVII (1917), 28; Kew Bulletin (1917), 31; briefliche Mitteilungen seines Sohnes, Professor F. W. OLIVER.

Publikationsliste.

(Nach Kew Bull. [1917], 32—36.)

1847. List of a few Plants found in Bouldersdale and Teesdale, together with the formations on which they were found. (Phytologist, II, S. 986.)

1852. Botanical notes of a week in Ireland during the present month, August, 1852. (Phytologist, IV, S. 676—679.)

— On certain structures observed in *Pentas carnea* Benth. (Gard. Chron., S. 822.)

1853. Note on *Pyrola rotundifolia* var. *arenaria*. (Phytologist, IV, S. 1119 bis 1120.)

1854—58. Abstract etc. of a paper entitled „Observations on the growth in diameter of *Dicotyledonous* (*Exogenous*) Stems." (Trans. Tyneside Nat. Field Club, III, S. 64—68, t. 2.)

— Memoranda of Plants collected by the *Coquet* in 1855. (Trans Tyneside Nat. Field Club, III, S. 68—72.)

1857. Note respecting certain glandular appendages of the Leaves in the autumn rosettes of *Epilobium montanum*. (Journ. Linn. Soc., I, S. 190—191.)

1858—60. Notes on Plants new to the Flora of Northumberland, with observations on some critical species. (Trans. Tyneside Nat. Field Club, IV, S. 44—50.)

— Note upon the occurrence of a Rotiferon in *Vaucheria*. (Trans. Tyneside Nat. Field Club, IV, S. 263—265.)

1859. The Indian species of *Utricularia*. (Journ. Linn. Soc., III, S. 170—190, 1 Tafel.)

— Observations on the structure of the Stem in certain species of the natural orders Caryophylleae and Plumbagineae. (Trans. Linn. Soc., S. 289—294, 7. 50—51.)

1860. Descriptions of new species of *Utricularia* from South America, with notes upon the genera *Polypompholyx* and *Akentra*. (Journ. Linn. Soc., IV, S. 169—176.)

— Notes upon the British Herbarium of the Linnean Society. (Journ. Linn. Soc., IV, S. 194—198.)

1861—63. Botanical Bibliography. *Phanerogamia*. 1860. (Nat. Hist. Review, I, S. 360—398. — 1861. (l. c. II, S. 416—485). — 1862. (l. c. III, S. 574—625.)

1861—65. The Natural History Review, edited by G. BUSK . . . . (and others, including D. OLIVER.) (New Series.) Vols. I—V. London; 8 vo.

1861. The natural order Aurantiaceae, with a synopsis of the Indian species. (Journ. Linn. Soc., V, Suppl. 2, S. 1—44.)

1861—75. Official Guide to the Kew Museums. A Handbook to the Museums of Economic Botany of the Royal Gardens, Kew. (London), 1861. 8 vo. S. 82. — (Another ed.) Ib, 1862. — Ed. 2. Ib, 1863. — Ed. 3. Ib., 1866, 86 S. — Ed. 4. Ib., 1868. — Ed. 5. Ib., 1871, 87 S. — Ed. 6. Ib., 1875, 92 S. Auflagen 3—6 mit Zusätzen und Korrekturen von J. B. JACKSON.)

1862. On *Sycopsis*. Trans. Linn. Soc., XXIII, S. 83—89, t. 8.)

— Note on the structure of the Oenther. (Trans. Linn. Soc., XXIII, S. 423—428, t. 44.)

— Note on *Hamamelis* and *Loropetalum*; with a description of new *Anisophyllea* from Malacca. (Trans. Linn. Soc., XXIII, S. 457 bis 461, t. 48.)

— The Atlantis Hypothesis in its botanical aspect. (Nat. Hist. Review, II, S. 149—170.)

1862—63. The structure of the Stem in Dicotyledons. (Nat. Hist. Review, II, S. 298—329; III, S. 251—258.)

— On the distribution of Northern Plants. (Proc. Roy. Inst., III, S. 431—433; Geologist, V, S. 262—263.)

1863. On some new species of *Amomum* from West Africa, by D. OLIVER and D. HANBURY. (Journ. Linn. Soc., VII, S. 109—110.)

— Notes on the Loranthaceae, with a synopsis of the genera. (Journ. Linn. Soc., VII, S. 90—106.)

1863—85. Guide to the Royal Botanic Gardens an Pleasure Grounds, Kew. Ed. 22. London, 1863. 8 vo. 56 S. und 3 Pläne. — Ed. 23. Ib., 1865, 59 S. und 3 Pläne. — Ed. 24. Ib., 1867, 63 S. und 3 Pläne. — Ed. 25. Ib., 1870, 110 S., 56 Textfiguren und 7 Pläne. — Ed. 26. Ib., 1872, 112 S., 56 Textfiguren und 7 Pläne. — Ed. 27. Ib., 1875. — Ed. 28. Ib., 1878, 118 S., 54 Textfiguren und 8 Pläne. — Ed. 29. Ib., 1881. — Ed. 30 („29"). Ib., 1885. 184 S. 54 Textfiguren und 8 Pläne.

1864. Note on the structure and mode of dehiscence of the Legumes of *Pentachethra macrophylla* Benth. (Trans. Linn. Soc., XXIV, S. 415—420, t. 37.)

— Lessons in Elementary Botany. The part on Systematic Botany based upon material left in manuscript by the late Professor HENSLOW London & Cambridge, 1864. 8 vo. pp. VIII. 317, text-figs. 183. (Eine zweite Auflage erschien 1869 und eine dritte 1878. Beide Auflagen wurden ohne weitere Veränderung mehrfach wieder aufgelegt, zuletzt 1910.)

1865. On four new genera (*Piptostigma, Rhaptopetalum, Leptocladus, Octolepis*) of Plants of Western Tropical Africa; and on a new species of *Paropsia* (*P. guineensis*). (Journ. Linn. Soc., VIII, S. 158—162, t. 12.)

— Loranthaceae Mexicanae et Centro-Americanae. Enumeratio specierum hujus familiae, quas in regno Mexicano LIEBMANN et in America Centrali Örsted legerunt. (Vidensk. Meddel., Kjöbenhavn, VI, S. 170—177.)

1866. On *Hillebrandia*, a new genus of Begoniaceae. (Trans. Linn. Soc., XXV, S. 361—364, t. 46.)

1867. On the Lentibularieae collected in Angola by Dr. WELWITSCH, with an enumeration of the African species. (Journ. Linn. Soc., IX, s. 144—156.)

— Notes upon a few of the Plants collected, chiefly near Nagasaki, Japan, and in the islands of the Korean Archipelago, in the years 1862—63 by Mr. RICHARD OLDHAM. (Journ. Linn. Soc., IX, S. 163—170.)

— On five new genera of West Tropical Africa (*Dasylepis, Pyramidocarpus, Ancistrocarpus, Enantia, Cleistochlamys*), with a note upon the genera *Oncoba* and *Mayna*. (Journ. Linn. Soc., IX. S. 170—176.)

— Note to Dr. T. ANDERSON's paper on two species of Guttiferae. (Journ. Linn. Soc., IX, S. 261—263.)

— Memorandum on the genus *Thamnea* Solander, and other Bruniaceae contained in the South African Herbarium of the late Dr. BURCHELL. (Journ. Linn. Soc., IX, S. 331—333.)

1868. Phanerogamia and Vascular Cryptogamia of Greenland, 68⁰—70⁰ N. L. (Trans. Edinburgh Bot. Soc., IX, 1868, S. 447—452.)

— Phanerogamia and Vascular Cryptogamia (of Disco Bay, Greenland). (In Florula Discoana, by R. BROWN; Trans. Bot. Soc. Edinb., IX, S. 447—452. Nachdruck in „Manual of the Natural History ...... of Greenland", 1875.)

1868—1877. Flora of Tropical Africa, by D. OLIVER, assisted by other Botanists. Vols. I—III. London, 1868—1877, 8 vo. (D. OLIVER hat folgende Familien bearbeitet: Band I: Ranunculaceae bis Dipterocarpaceae, Linaceae bis Geraniaceae (*Impatiens* von Sir J. D. HOOKER), Rutaceae bis Celastraceae und Anacardiaceae. Band II: Leguminosae (Unterfamilien Caesalpinieae und Mimoseae), Saxifragaceae, Droseraceae bis Rhizophoraceae, Onagrarieae, Cactaceae und Ficoideae. Vol. III: Compositae (zusammen mit W. P. HIERN), Ericaceae, Plumbagineae und Primulaceae).

— First Book in Indian Botany. London 1869. 8 vo. XI. 393 Seiten, 242 Textfiguren. (Die letzte Auflage, die 9., wurde 1911 publiziert.)

1869. Description of three new genera (*Allanblackia, Alsodeiopsis, Campylostemon*) from West Tropical Africa, belonging to the Natural Orders Guttiferae, Olacineae and Celastraceae. (Journ. Linn. Soc., X, S. 42—44.)

1870. Notes of ten lectures on „Botany" delivered ..... in the .... South Kensington Museum during March and April, 1870. (London.) 8 vo., 24 S.

1872—75. The Botany of the SPEKE and GRANT Expedition; an Enumeration of the Plants collected during the journey of the late Capt. J. H. SPEKE and Capt. (now Lieut.-Col.) J. A. GRANT, from Zanzibar to Egypt, the determinations and descriptions by D. OLIVER and others ...... with an introductory preface by Colonel GRANT. (Trans. Linn. Soc., XXIX, S. 1—190, 136 Tafeln und 1 Karte.)

1873. On *Begoniella*, a new genus of Begoniaceae from New Granada. (Trans. Linn. Soc., XXVIII, S. 513—514, t. 41.)

— Descriptions of three new genera of Plants in the Malayan Herbarium of the late Dr. A. C. MAINGAY: (*Pteleocarpa, Ctenolophon, Maingaya*). (Trans. Linn. Soc., XXVIII, S. 515—518, tt. 42—44.)

1874. Illustrations of the principal Natural Orders of the Vegetable Kingdom. The plates by W. H. FITCH. London. 4 to. S. 154, 109 Tafeln.

1875. List of Plants collected by H. N. MOSELEY on Kerguelen's Land, Marion Island, and Yong Island. (Journ. Linn. Soc., XIV, S. 389—390.)

— Note on *Lyallia kerguelensis* Hook. f. (Journ. Linn. Soc., XIV, S. 389—390.)

— Note on a Fruit from Comassi, collected by Lieut. de HOGHTON and sent to Kew by Major BULGER. (Journ. Linn. Soc., XIV, S. 457—458.)

— List of Plants collected in New Guinea by Dr. A. B. MEYER, sent to Kew, December, 1874. (Journ. Linn. Soc., XV, S. 29—30.)

1876. Enumeration of Plants collected by V. LOVETT CAMERON, Lieut. R. N., in the region about Lake Tanganyika. (Journ. Linn. Soc., XV, S. 90—97.)

— Note on a collection of North Celebes Plants made by Mr. RIEDEL, of Gorontalo. (Journ. Linn. Soc., XV, S. 97—100.)

— Remarks (on Dr. KIRK's paper: Note on specimens of *Hibiscus* allied to *H. rosa-sinensis* L., collected in E. Tropical Africa 1875.) (Journ. Linn. Soc., XV, S. 479—480, fig. 1—2.)

1877. Enumeration of Plants collected in the region about Lake Tanganyika. (V. L. CAMERON, Across Africa. Vol. II, App. I.)

1878. (List of Flowering Plants from Ellesmere Land and Grinnell Land.) (Sir G. S. NARES, Narrative of a Voyage to the Polar Sea during 1875—6. Vol. II, S. 302—312.)

— Copy of Professor OLIVER's determination of Plants collected near Okaba.. 1874. (E. BEKE, The late Dr. CHARLED BEKE's discoveries of Sinai in Arabia and of Midian, S. 593—594.)

1881. (Flovering Plants of the Arctic Regions.) (Sir A. H. MARKHAM, A Polar Reconnaissance, App. A.)

1882. Botany of Matabele Land. (F. Oates, Matabele Land, S. 366—369, 2 Tafeln.)

1885. List of Plants collected by Mr. Thomson, F. R. G. S., on the Mountains of Eastern Equatorial Africa, by D. Oliver; with observations on their distribution by Sir J. D. Hooker. (Journ. Linn. Soc., XXI, S. 392—406.)

1886. Enumeration of the Plants collected ...... on the Kilima-njaro Expedition, 1884, by D. Oliver and H. G. Baker. (H. H. Johnston, The Kilima-njaro Expedition, S. 337—349.)

1887. List of Plants collected in the Islands of Bougainville Straits, Solomon Group, during 1884, by H. B. Guppy, (Bestimmungen zur Hauptsache von D. Oliver.) (H. B. Guppy, The Solomon Island and their Natives, S. 294—304.)

— The Botany of the Roraima Expedition of 1884; being notes on the Plants observed by Everard F. Im Thurn, with a list of the species collected, and determinations of those that are new, by D. Oliver and others. (Trans. Linn. Soc., ser. 2, II, S. 249—300, 9 Tafeln.)

1888. Flora of Somali-Land. Plants collected ...... by Messrs. James and Thrupp. (F. L. James, The Unknown Horn of Africa, S. 318—323, 4 Tafeln.)

1890—95. Hookers Icones Plantarum. Third Series, vol. X, pt. 2 bis Four Series, vol. V, pt. 1 (Tafeln 1926—2425), herausgegeben von D. Oliver, London, 8vo.

Verzeichnis der Pflanzennamen

(einschließlich einiger Tiernamen).

Abies amabilis 80, 180, 181.
Acacia lophanta 883, 884.
Acanthaceon 735.
Acanthaceon 735.
Acarospora fuscata 581.
Acer campestre 397—399.
— *negundo* 641, 642, 643, 644, 646 647.
— *platanoides* 826, 829.
— *pseudoplatanus* 186, 397, 398, 495, 646, 683, 826.
— *pseudoplatanus fol. albo-variegatis* 645.
Aconitum Napellus 382.
Acrobolbos Wilsoni 218.
Actinomonas 445.
Adelanthus decipiens 218.
— *dugortiensis* 218.
Adenocalymma 729—731, 733, 735, 737.
— *elegans* 736.
— *foveolatum* 736, 738.
— *laevigatum* 738.
— *marginatum* 737.
— *nitidum* 738.
— *Sagotii* 736.
— *splendens* 738.
Adoxa Moschatellina 398, 399.
Aegyptisches Korn 610.
— Roggen 610.
— Spelz 697.
— Winterweizen 697.
Aeschynomene, spec. 882, 883.
Aesculus 673, 676, 680, 683, 684.
— *Hippocastanum* 167, 676, 677, 685
— *parviflora* 677.
Agaric frumentacé 426.
— *rimosus* 424.
Agrostemma 492, 493, 495.
— *Githago* 891.
Ahorn 397.
al-dura 707.
Alectorolophus 435, 436, 437, 438, 439.
— *major* 433.
— *minor* 433.
Algen 215, 443, 447.
Alismataceae 771.
Allium 336, 369.
— *Schoenoprasum* 373, 384, 385.
Alnus 185, 428, 803.
— *glutinosa* 397, 398.
— *incana* 826.
— *viridis* 185
Alternaria 468, 469.
— *tenuis* 467.
Amanita bulbosa 724.
— *Mappa*, 721, 724, 725.
— *phalloides* 721, 722, 725.
Amarantus atropurpureus 370, 373, 379, 380, 381, 382.
Amicia zygomeris 888.
Amorpha fruticosa 888.
Amphicome 733, 734, 736.
— *emodi* 754.
Amphilophium 730, 734, 736, 746, 748.
— *molle* 746, 758.
— *panniculatum* 746.
— *Vauthieri* 746.
Amphitecna 733, 756.
— *macrophylla* 756, 757.
— *nigripes* 756.
Anabaena 896, 899.
Anastrepta orcadensis 219.
Anastrophyllum Donianum 219.
Andropogon Sorghum 707.
Anemone hepatica 128, 133, 135, 137, 138.
— *nemorosa* 128, 396, 398—401, 403, 405—407, 409 411.
— *ranunculoides* 398, 399.

Anemopaegma 729, 730, 733, 738, 751.
— *brachycalyx* 739.
— *brevipes* 738.
— *Chamberlaynii* 738.
— *decorum* 741.
— *glaucum* 738.
— *grandiflorum* 738.
— *Hilarianum* 738.
— *jucundum* 738, 740, 745.
— *laeve* 738.
— *lanceolatum* 738.
— *longidens* 740.
— *mirandum* 738.
— *nigrescens* 738, 739.
— *orbiculatum* 731.
— *pachyphyllum* 738.
— *tobagense* 736, 738.
— *velutinum* 738.
Aneura multifida 219.
Anisostichus 730, 731, 733, 742.
Anonaceen 281, 759, 770.
Anthelia julacea 146.
— *Juratzkana* 146.
Antliarhinus zamiae 769.
Anthoceros 173, 215, 345.
— *Husnoti* 216.
Anthophysa 444.
Anthyllis vulneraria 127, 138, 139, 886.
Antirrhinum majus 874.
Antrophyum semicostatum 802, 803, 804 (Fig.), 805, 806.
Apfel-Mistel 826.
Aphanocapsa 893, 901.
Arabis alpina 127, 131, 138.
Aralia racemosa 497.
Arceuthobium 673, 674, 675, 676.
— *Oxycedri* 673, 674.
Archegoniaten 569.
Ardisia 577, 578, 579, 580.
— *crispa* 576.
Arenaria ciliata 131, 138.
Argylia 733, 734, 736.
— *radiata* 754, 758.
Arnica montana 776.
Arrabidaea 730, 731, 734, 735, 737, 741, 744, 745, 749.
— *corymbosa* 737.
— *dispar* 737.
— *inaequalis* 731, 737.
Arrabidaea pulchella 737.
— *subincana* 731, 737.
— *xanthophylla* 737.
Arthopyrenia 581.
— *lichenum* 581.
Arthrorhaphis 589.
— *flavovirescens* 589.
Arum 20.
— *maculatum* 397, 398.
Asarum europaeum 398.
Ascochyta 304.
Pteridis 303.
Ascomyceten 331, 568, 569.
Asimina 217.
Askomyzeten 312, 324.
Asparagus 170, 339.
Aspergillus 129, 786, 794.
— *fumigatus* 786, 787, 789, 794, 796.
— *glaucus* 789.
— *niger* 786, 789, 790, 791, 794, 795, 796.
— *Oryzae* 787, 788, 790, 794.
Aspidium 311, 315, 324, 326, 329.
— *filix femina* 311, 321, 328—330.
— *filix mas* 329.
— *Thelypteris* 328.
Asplenium Ruta muraria 128, 139.
— *Trichomanes* 127, 128, 139.
Astasiaceae 441.
Aster spec. 558.
Asterella Kiaerii 142, 143.
Asterionella 809, 810.
Astianthus 734, 755.
Astragalus asper 886.
— *glycyphyllus* 888.
— *varius* 886.
Athyrium 315.
— *alpestre* 330, 331.
— *filix femina* 301, 303, 331, 332.
Atriplex 830.
Atropa 490.
— *Belladonna* 382.
Attalea funifera 247.
Aucuba 346, 348, 350.
— *japonica* 346, 347, 351, 352.
— *japonica var. concolor* 353.
Avena 492, 496—500, 502—504, 838.
— *fatua* 890.
— *sativa* 496.
Averrhoa carambola 887.

Azalea indica 56.
Azolla 580.
Bacillariacee 796, 798.
Bacillus foliicola 579.
Bacterien 467.
Bacterium radicicola 436.
Bangiaceen 893.
Baptisia 885.
— *australis* 884.
Basidiomyceten 568.
Batrachospermum 264, 271.

bdt 704.
Begonia 178, 362, 835, 836.
— *manicata* 362.
— *rex* 294.
Bellidiastrum Michelii 139.
Bellis perennis 128.
Betula alba 456, 459
— *papyracea* 825, 829.
— *verrucosa* 825, 829.
„Bettelchen'' 723.
Bidens 781.
Bignonia 730, 734.
— *corymbifera* 737, 742.
— *diversifolia* 752.
— *flavida* 751.
— *nivea* 753.
— *pterocarpa* 741.
— *tecomaeflora* 746.
— *unguis cati* 752.
Bignoniaceen 728.
Bignonicac 734.
Billbergia 176.
Binucleatae 446.
Biophytum sensitivum 887.
Birke 519.
Blechnum spicant 316.
Blutalge 901.
bodet 704, 705, 706.
Boehmeria 294.
Boletus granulatus 723.
— *luridus* 726.
— *luridus erythropus* 726.
— *Satanas* 726.
— *variegatus* 721.
bote 704—707.
botet 704, 705, 708.
Botryosphaeria 331.
Bracteatae (Subsekt.) 670.
Bracteatae 671.
Brassica oleracea 192.
Bromus tectorum 128.
Broussonetia 829.
btt 704.
Bucegia 215.
Buche 549, 661.
Bumelioides 671.
Bumelioides 668, 671, 672.
Bupleurum ranunculoides 138.
Bursa bursa-pastoris 871.
Butomaceae 771.
Buxus 512.
— *sempervirens* 512.
Calamus 412, 477, 480, 483, 485, 486, 488.
Callichlamys 730, 734, 746.
Caltha palustris 308, 399, 405.
Calycanthaceae 771.
Calycanthus 758, 765—768, 771—774.
— *occidentalis* 765, 766, 774.
Calypogeia arguta 217.
— *Neesiana* 144.
Camarographium 306.
— *Stephensii* 306.
Camarosporium 305.
— *Stephensii* 300, 306.
Camelina sativa 890.
Camellia japonica 22, 23, 24, 25, 26 27, 28, 29, 30.
Campsidium 734, 754.
Campsis 734, 754.
Cannabis 495.
Capparis 154, 157, 158.
— *callosa* 154, 157, 158, 160.
— *cynophallophora* 158.
— *flexuosa* 158.
— *javanica* 158.
— *rupestris* 159.
— *subcordata* 159.
— *verrucosa* 159.
Caragana spec. 888.
Carduus crispus 782.
Carex 465.
Carpinus Betulus 397, 398.
Carteria 441.
Carum Carvi 139.
Catalpa 734—736, 754.
— *bignonioides* 754, 758.

Catalpa Bungei 754, 758.
— *Kaempferi* 754.
— *Congissima* 754.
— *purpurea* 754.
— *vestita* 754.
Catophractes 734, 754.

Caulerpa 42, 43, 53.
Centradenia 178.
Cephalothamnion 444.
Ceramium 901.
Cerastium arvense 138, 220.
Ceratonia 715, 716.
Ceratostomella 469.
— *pilifera* 467.
Ceratozamia 211.
Cercidiphyllaceae 280, 281.
Cercidiphyllum 272, 280, 281.
— *japonicum* 272, 279, 283.
— *ovale* 273.
Cereus 20, 592,
— *grandiflorus* 14.
— *grandiflorus var. callianthus* 14.
— *nycticalos* 14.
— *pteranthus* 14.
Chamaecyparis 635.
— *pisifera* 627, 628; 635.
— *pisifera f. squarrosa* 627.
Chantransia 270.
Chara 156, 226.
— *foetida* 224, 225, 227.
— *fragilis* 223, 224, 225.
Charazeen 223.
Chenopodium 891.
— *album* 891
Chilomonas 441.
Chilopsis 734, 736.
— *linearis* 754, 758.
Chlamydomonas 228, 229, 230, 231, 234, 236, 240, 241.
— *viridemaculata* 440.
Chloris ciliata 370, 371, 372, 376.
Chloromonadinae 440, 446, 447.
Chlorophyceen 447.
Chlorophytum Sternbergianum 341.
Chodanthus 730, 733, 738, 747.
Chromulina 441, 796, 798, 799.
— *Rosanoffii* 143, 796, 797.
Chroolepus 599.
Chrysomonadinae 440, 441, 442, 447,
Chrysophyta 447.
Chrysothrix 593, 597.
— *nolitangere* 592, 599
Cicer arietinum 707
Citromyces 786, 793.
Cladosporium 786
Clematis 78, 79, 480, 482—485, 488, 494, 495, 499, 527.
— *Jackmanni* 496.
— *Lucie Lemoine* 493, 495.
— *paniculata* 494, 497.
— *tubulosa* 494, 495.
— *vitalba* 399, 479, 485, 494, 497
— *Viticella* 78.
Clevea hyalina var. Kernii 148.
Clytostoma 730, 733, 741,
— *callistegioides* 741,
— *costatum* 741,
— *decorum* 741,
— *pterocalyx* 731, 741,
Cocoolithophoridae 446, 447,
Cocculus 217,
Codazzia 755,
— *speciosa* 755.
Colchicum autumnale 128, 383, 398.
Colea 734, 757.
— *Telfairiae* 757.
Coleus 178, 179, 185, 186, 188—192.
— *hybridus* 185, 186, 187.
Cololejeunea microscopica 218.
Columnothyrium 308.
— *myriospermum* 308, 332.
Colura calyptrifolia 218.
Colutea arborescens 495.
— *orientalis* 886.
Coniferen 476.
Conium maculatum 382.
Corallorrhiza 52.
Cornus 79, 483, 527.
— *mas* 207, 483, 484.
— *sanguinea* 398.
— *tartarica* 75, 78.
Coronilla emerus 886, 887.
— *varia* 886.
Corsinia marchantioides 217.
Corydalis cava 398.
Corylus Avellana 398.
Cosmarium 798.
Couralia 734, 755.

Cotypus 313.
Crassula 293.
Crataegus oxyacantha 397, 398, 825.
Cremastus 730, 734, 746.
Crepis 780.
Crescentia 733, 757.
— *alata* 757.
— *cujete* 757.
Crescentieae 733, 734, 756.
Cryptomonadinae 440, 441, 446, 447.
Cryptomonas 441.
Cryptomyces Pteridis 322, 323.
Cryptophyceen 447.
Cryptosporina 331.
Cryptosporium filicinum 319.
Crysophyceen 447.
Cucurbita 492 497.
— *melo-pepo* 20.
— *Pepo* 136 686.
Cuscuta 59.
Cuspidaria 730, 734, 736, 737, 741.
— *erubescens* 741, 742.
— *hibiscifolia* 741, 742.
— *mollis* 742.
— *multiflora* 741, 742.
— *pterocarpa* 741, 742.
Cyanophyceen 893, 895—897, 899, 900, 901.
Cyathea spec. 304.
Cyathodium 143, 797.
Cyathomonas 441, 444.
Cybistax 734, 755.
Cycadaceen 774.
Cycadeen 572.
Cycadinae 208.
Cyclamen 178.
— *europaeum* 177, 178.
Cydista 730, 733, 748, 752.
— *aequinoctialis* 746, 752, 757.
— *bracteomana* 748.
— *sarmentosa* 736, 746.
Cylindrocystis 129, 130, 134.
Cystoflagellatae 446.
Cytisus 888, 889.
— *austriacus* 888.
— *Laburnum* 383, 888.
— *nigricans* 888.
Cytosporina 302.
Dactylis 716.
Dahlia variabilis 335, 558.
Dangeardiella 330, 331.
Datisca cannabina 186.
Datura Stramonium 383.
— *tatula* 185.
Delesseria 257, 567, 571.
— *sanguinea* 263, 264, 271.
Delostoma 733, 755.
— *dentatum* 755.
— *integrifolium* 755.
— *roseum* 755, 758.
Dendromonas 444.
Desmodium 888.
— *gyrans* 888.
Desmokontae 447.
Desmomonadales 440.
Desmomonaden 447.
Desmomonadinae 446.
Diatomeen 567, 568.
Dicentra spectabilis 495.
Dictyota 569, 570, 571, 572.
Didymella pteridicola 330.
Diervilla florida 494.
Digitalis purpurea 371.
Digomphia 734, 754.
Dinkel 705.
Dinoflagellaten 242, 440, 441, 443, 446, 447.
Dinophyceen 447.
Dionaea 165.
— *muscipula* 161, 162, 164, 166, 168, 294.
Dipetalae 668, 669, 671.
Diplacium ceylanicum 494.
Diplanthera 734, 755.
Dipsacaceen 785.
Dipsacus 785, 786.
— *fullonum* 785.
— *laciniatus* 785.
— *silvester* 785.
Distictella 730, 731, 733, 735, 743.
— *Broadwayana* 743, 757.
Distictis 729—731, 733, 740, 743, 746.
— *Glaziovii* 743.
— *lactiflora* 740.
— *Rovirosana* 743.
Distomatinae 440, 443, 446.
Dolichandra 730, 734, 753.

Dolichandrone 733, 734, 735, 755.
— *crispa* 734, 756.
— *falcata* 756.
— *filiformis* 734, 756.
— *heterophylla* 734, 756, 758.
— *spathacea* 756.
— *stipulata* 756.
— *tomentosa* 756.
Dothideaceae 328, 330, 331.
Doxantha 730, 733, 734, 742.
— *gnaphalantha* 740.
— *unguis cati* 740, 752.
Draba aizoides 133, 135.
— *verna* 40.
Draparnaudia 228.
Drimys 770.
— *Winteri* 770.
Drosera 161, 164—166, 294.
— *binata* 160, 161, 162. 163, 166, 167.
— *intermedia* 163.
— *rotundifolia* 163.
— *Whittakerii* 162, 168.
Droseraceen 160.
Drosophyllum 165, 166.
— *lusitanicum* 164, 165, 167.
Dryas octopetala 131.
Dryopteris Linneana 817.
Dumortiera 143.
— *hirsuta* 217.
Durra 705.

Ebracteatae (Subsekt.) 670, 671.
Eccremocarpeae 734, 756.
Eccremocarpus 730, 731, 734.
— *longiflorus* 756.
— *scaber* 756.
— *viridis* 756.
Echeveria 291, 293.
— *glauca* 290.
Eichen 397, 519.
Einkorn 705.
Elaeagnaceen 428.
Elodea 335.
— *canadensis* 173, 344, 511.
Emmer 705.
Empetrum nigrum 220.
Enallagma 733.
Enallagama cucurbitina 757.
Encephalartos 769.
Endomyces Lindneri 422.
Ephedra 203, 204, 207. 208, 210—212.
— *altissima* 204.
— *campylopoda* 202, 203, 204, 207, 210—212.
— *distachya* 204, 211.
— *helvetica* 204, 211, 212.
— *trifurca* 208, 211.
Epilobium hirsutuca 370, 371.
— *roseum* 370.
Epipogon 58.
Equisetum 476.
Erinus alpinus 133, 135.
Esche 519, 665.
Euglena 441.
— *sanguinea* 810.
Eugleninae 440, 441, 446, 447.
Euornus (Subsekt.) 667, 669, 670.
Euphorbia 61.
— *Guyoniana* 61.
Euphrasia 431.
— *Rostkoviana* 139.
Eupomatia 758, 759, 762, 764—766, 768, 769, 771, 773.
— *Bennettii* 759, 762, 763, 774.
— *laurina* 759, 760—764, 773, 774.
Euptelea 280.
Evonymus europaea 397, 398, 399.
Exormotheca 150.
— *pustulosa* 150.
— *Welwitschii* 150. 151, 152..

Fagus 9—12, 93—95, 97, 103—105, 107, 109, 118, 130, 542.
— *silvatica* 7, 9, 91, 102, 123, 539.
Fegatella 142, 143.
— *conica* 142, 152, 213.
Fernandia 734, 756.
Ficaria ranunculoides 493, 494.
Fichte 520.
Ficus 66.
— *carica* 185.
— *javanica* 66, 67, 69.
Fimbriaria 142, 148.
Flagellaten 440, 443.
Fleurija 829.

„Fliegenpilze" 725.
Florideen 568, 570.
Fontanesia 672.
Forsythia 670, 672.
— *viridissima* 75.
Fossombronia 215.
Fragilaria 810.
— *virescens* 798.
Fraxinaster (Sekt.) 667, 668.
Fraxineae 672.
Fraxinus 75, 79, 665, 670, 673.
— *americana* 669.
— *anomala* 668, 669, 672.
— *Baroniana* 672.
— *Bungeana* 672.
— *chinensis* 672.
— *cilicica* 672.
— *coriariaefolia* 672.
— *cuspidata* 672.
— *dipetala* 672.
— *excelsior* 73, 397—399, 672.
— *ferruginea* 667, 668, 669, 670.
— *floribunda* 672.
— *Griffithii* 667, 668, 669, 670.
— *Hookeri* 672.
— *holotricha* 672.
— *insularis* 666.
— *Kotschyi* 672.
— *longicuspis* 669, 672.
— *macropetala* 672.
— *malacophylla* 667, 668, 669, 670.
— *Mariesii* 672.
— *micrantha* 672.
— *nigra* 672.
— *numidica* 672.
— *obliqua* 672.
— *Ornus* 672.
— *oxycarpa* 672.
— *Paxiana* 672.
— *platypoda* 670.
— *potamophila* 672.
— *pubinervis* 672.
— *quadrangulata* 672.
— *raibocarpa* 672.
— *retusa* 672.
— *rotundifolia* 672.
— *Sieboldiana* 669.
— *sogdiana* 672.
— *Spaethiana* 668, 669, 670.
— *syriaca* 672.
Fraxinus velutina 672.
— *xanthoxyloides* 672.
Fridericia 730, 734, 746.
Frullania 216, 217.
— *dilatata* 145.
— *riparia* 217.
— *tamarisci* 220.
Fucaceen 194.
Fuchsia 835.
— *globosa* 685, 835.
Fucus 194, 197, 570.
— *serratus* 195, 201.
— *vesiculosus* 194, 197, 198.
Funaria 91, 96, 105, 108, 113, 127, 130, 131, 136, 137.
— *hygrometrica* 91.
Furcilla 444.
Fusarium 455.
Fusidium Pteridis 322.
Gaillardia picta 780.
Galanthus 336. ¼
Galinsoga parviflora 558.
Galium-Aparine 220, 891.
— *asperum* 131, 139.
— *spurium* 891.
Genista 383.
— *tinctoria* 128.
Gentianaceen 735.
Gerste 705.
Geum urbanum 376.
Glaziova 730, 734, 736, 748.
— *bauhinioides* 746.
Glechoma 184.
Gleditschia horrida 883, 884.
Glenodinium 242, 243, 245, 246, 441.
— *Pascheri* 244, 246.
Globularia cordifolia 131, 133, 135 139.
Gloeocapsa montana 797.
Gloeocystis 228.
Gloeosporium 322.
— *Frankii* 322.
— *leptospermum* 323.
— *necans* 323.
— *obtegens* 323.
— *Osmundae* 323.
— *Phegopteridis* 322.
— *Pteridis* 322, 323.
Gloniella 296.
Gloxinia hybrida 376, 385.

Glycyrrhiza 713, 715, 716, 718.
— *glabra* 710, 711, 718, 888.
Gnetaceae 211.
Gnetales 202, 204, 206, 207, 209, 210.
Gnetum 205, 207, 208, 210, 211.
— *gnemon* 205, 208, 211
— *Ula* 208, 211.
Godmania 734.
— *macrocarpa* 755.
— *Uleana* 755.
Griffithsia 257, 259.
— *bornetiana* 271.
— *corallina* 263, 264, 271.
Grimaldia 148.
— *dichotoma* 145.
Guttulina spec. 467.
Gymnodinium 243, 441.
Gymnomitrium 216.
— *concinnatum* 146.
— *coralliodes* 146.
— *crenulatum* 219
Gypsophila repens 138.
Gyromitra esculenta 719.

Haberlea 215.
Hakea suaveolens 718.
Halfagras 612.
Hamamelidaceen 280.
Hantzschia amphioxys 798.
Haplolophium 730, 736, 734, 743, 748
— *bracteatum* 743.
Hartwegia comosa 335, 341.
Haussmannia 734, 746.
Hedera 512, 536, 537.
— *Helix* 128, 185, 512.
Hedysarum hedysaroides 888.
Helianthus 492, 493, 497, 498, 502, 505, 507, 778, 780.
— *annuus* 775, 778, 779, 781, 782.
— *var. californicus* 775.
— *tuberosus* 136.
Heliothrips haemorrhoidalis 675.
Helleborus 92—95, 100, 104—106, 109, 110, 112, 116, 123—126, 131, 134.
— *foetidus* 91, 98, 105, 123.
Hendersonia Stephensii 305, 306.
Hepatica triloba 398.
Heterochloridales 440, 443, 446, 447.
Heterokontae 447.
Heterophragma 734, 756.
Hevea 347.
Hieracium umbellatum 558.
Himantandra 758, 771—773.
Himmelsgerste 607.
Hippocrepis comosa 127, 138.
Hopfen 520.
Hordeum 496, 497, 500, 502, 503, 607.
— *distichum* 607, 608.
— *coerulescens* 615.
— *hexastichum* 610, 611, 617.
— *var. revelatum* 608, 610.
— *leiorrhynchum* 615.
— *nigrum* 615.
— *nudum* 608.
— *palaeoparallelum* 617, 618.
— *pallidum* 615, 617.
— *parallelum* 616, 617.
— *polystichum* 607, 613.
— — *hexastichum* 608.
— — *parallelum* 608, 610
— — *vulgare* 607, 608.
— — *vulgare coeleste* 607, 610.
— *pyramidatum* 617.
— *revelatum* 611.
— *tetrastichum* 615.
— *vulgare* 611, 615, 616.
— — *coerulescens* 616.
— — *palaeoaegyptiacum* 616, 617 bis 619.
— — *pallidum* 615, 616, 617.
Hottonia 773.
Humulus Lupulus 399.
Hutchinsia alpina 138.
Hyacinthus 169.
— *orientalis* 173, 345.
Hyalopus 590.
— *heterosporus* 590.
Hyalosporeae — Leptostromaceae 319.
Hyoscyamus niger 383.
Hypericum perforatum 376.
Hypoderma striaeforme 311.

Jacaranda 732, 734, 754.
Jamesoniella Carringtoni 218.
jāte 618, 704.

Jlex 512.
— *Aquifolium* 128, 512.
Impatiens 134.
— *parviflora* 185, 192, 335.
— *Sultani* 133, 135, 359, 361, 363.
Incarvillea 733, 734, 736, 754.
— *Olgae* 754.
— *sinensis* 754.
— *variabilis* 754, 758.
Indigofera 554, 889.
— *Dosua* 888.
Inocybe 424.
— Bongardii 426.
— *fibrosa* 424.
— *frumentacea* 424, 426, 727.
— *geophylla* 424.
— *rimosa* 424.
— *sambucina* 424, 425.
jōt 704.
Iris germanica 170, 339, 340.
jt 618, 704.
Jubula Hutschinsiae 217.
Jubuleen 218.
Juglans regia 163.
Jungermanniaceen 143, 144.
Juniperus 673, 674—676.
— *communis* 127.
— Oxycedrus 674.
— *vulgaris f. intermedia subf. compressa* 674.

Kakteen 293.
Kalanchoe spec 290.
„Kantharophilen" 767.
„Kartoffelbovist" 726.
Kernera saxatilis 131.
Kichererbse 707.
Kigelia 734, 757.
— *aethiopica* 757.
Kigelanthe 756.
Kigelianthe 734.
„Knollenblätterpilz" 723.
Koniferen 209.
„Königin der Nacht" 22.
Kussemet 704, 705, 707.

Lactaria volema 723.
Lactuca 394.
Laminariaceae 57.
Laminaria 526.
Lamium maculatum 399.
Lathraea 431, 432.
— *Clandestina* 431.
— *Squamaria* 431.
Lathyrus 854.
— *latifolius* 494, 847, 848, 850, 854, 857.
— *odoratus* 874.
— *vernus* 398.
Laubmoose 215.
Lebermoose 142, 212.
Lecania Nylanderiana 581.
Leguminose 579, 889.
Lejeunea 216, 217.
— *flava* 217.
Leopoldinia Piassaba 247, 249.
— *pulchra* 247, 248.
— *spec* 249.
Lepidozia pinnata 216.
Leptochloa bipinnata 612, 700.
Leptostroma 298, 309, 315, 319.
— *affine* 317, 320, 332.
— *aquilinum* 300, 301, 318, 319.
— *filicinum* 299, 305, 311—313, 320, 330
— *Juncacearum* 312.
— *litigiosum* 298, 314.
— *longissimum* 321.
— *myriospermum* 307.
— *osmundicolum* 312, 313, 318, 332.
— *praecastrense* 299.
— *Pteridis* 308—315, 317, 318, 332.
— *Spiraeae* 308.
Leptostromaceae 297, 312, 317, 319, 321.
Leptostromella 296, 319, 321.
— *aquilina* 296, 297, 300.
— *filicina* 313, 317, 319.
— *pteridina* 296, 297.
Leptothyrium 315, 319.
— *Blechni* 316.
— *litigiosum* 310.
— *Osmundae* 314, 316, 332.
Lestes viridis 803
Leucaena glauca 882, 883, 884.
Levya 735, 746.
Lilium 169, 568.
Linaria maroccana alba 58.
— *maroccana rosea* 58.
Linden 397, 519.

Linden-Mistel 826.
Linum 492, 495, 502.
— *usitatissimum* 890.
Liriodendron 770.
Lobelia Dortmanna 40.
Lonicera xylostea 397—399.
Lophózia 216, 221.
— *decolorans* 146.
— *Floerkei* 219—221.
— *Hatcheri* 219—221.
Loranthus 820.
„Lorchel" 719.
Lotus 885.
— *corniculatus* 138, 884.
— *siliquosus* 884.
Lychnis Flos cuculi 138.
Ludovica palustris 494.
Lunaria cruciata 217.
Lundia 730, 734, 749.
— *cordata* 749.
— *densiflora* 749.
— *longa* 749.
— *nitidula* 749.
— *obliqua* 749.
— *stricta* 749.
— *Spruceana* 749.
— *umbrosa* 749.
Lupinus 492, 493, 495, 497.
— *albus* 492.
Luzula pilosa ? 312.
Lycopodium clavatum 814.
Lygodium 217.
Lythrum salicaria 371.

Macfadyena 730, 734, 753.
— *uncinata* 753.
Macranthisiphon 730, 733.
— *longiflorus* 744, 757.
Macrodiscus 729, 730, 731, 733, 740, 746.
Madotheca 216.
— *Thuja* 217.
Magnolia 217, 392, 395, 768, 770.
— *acuminata* 392, 395.
— *conspicua* 395.
— — × *obovata* 395.
— *tripetala* 395.
— *Yulan* 392, 393.
— — × *purpurea* 392.
Magnoliaceae 771.
Mahonia 512.
— *Aquifolium* 512.
Mansoa 730, 733, 738, 744.
— *acuminatissima* 744.
— *angustidens* 744.
— *difficilis* 744.
— *Glaziovii* 745.
— *hirsuta* 745.
— *Schwackei* 745.
— *truncata* 734, 753.
Marchantia 146.
— *paleacea* 217.
— *polymorpha* 213.
Marchantiaceae 143, 797.
Markhamia 734, 756.
Marsilia 882, 889.
— *quadrifolia* 885.
Marsupella 216.
— *arctica* 145.
Martinella 730, 734.
— *obovata* 742, 758.
Massalongina 319.
— *aquilina* 319.
Mastigophora Woodsii 219.
Maxillaria rufescens 761.
Mayodendron 734, 756.
Medicago 885.
— *falcata* 884.
Melampyrum 429, 431, 434, 436—439.
— *pratense* 427, 428, 431, 433—435.
— *silvaticum* 433.
Melilotus 885.
— *albus* 884.
Melioides 668, 669, 670, 671.
Melloa 730, 734.
— *populifolia* 753.
Melosira 799.
— *Roeseana* 796—800.
Memora 730, 731, 733, 750, 751.
— *axillaris* 750, 751.
— *bracteosa* 750, 751.
— *campicola* 751.
— *caracasana* 751.
— *consanguinea* 750, 751.
— *cuspidata* 731, 750.
— *flavida* 751.
— *fulgens* 750, 751.
— *glaberrima* 750, 751.
— *involucrata* 751.

Memora magnifica 750, 751.
— *nodosa* 750, 751.
— *obtusifoliolata* 750, 751, 752.
— *pubescens* 751.
— *valida* 750, 751.
Mercurialis 829, 835.
— *annua* 830, Fig. 1, 833, 834.
— *perennis* 137, 138, 398.
Merulius 83, 84, 85, 86, 87
— *lacrymans* 85.
— *sclerotiorum* 153.
— *silvester* 85.
Metzgeria hamata 219, 220.
Michelia 394.
Champaca 393.
Microbignonia 752.
Micrococcus 467.
Microthyrium litigiosum 312—315.
Millingtonia 733.
— *hortensis* 752.
Mimosa 889.
— *cruenta* 881.
— *pudica* 882, 883.
— *rhodostachya* 881.
— *somnians* 881.
— *Speggazzini* 882, 883.
— *trijuga* 881.
Minuartia verna 131.
Mirabilis falapa 185, 186.
Mnium 896.
Moehringia muscosa 138.
Mohrhirse 707.
Momordica 170, 337.
Monas 441, 444.
Monilia capsulata 422.
Monimiaceen 772.
Monographus 296, 298, 324, 326, 330.
— *Aspidiorum* 298, 324, 326—328, 331.
— *macrosporus* 324, 330.
— *microsporus* 324, 326, 328, 330.
— — *var. Struthiopteridis* 324, 329, 330.
Monotropa 52, 58, 59.
„Mumienweizen" 602.
Mussatia 735, 746.
Mycobasidia 589.
Myosotis silvatica 139.
Myrica Gale 428.
Myrsinazee 576.
„Nacktgerste" 608.
Nacktweizen 601, 603, 707.
Nectria cinnabarina 666.
Nelumbo 217, 768.
— *lutea* 768.
Nemalion 257, 259, 260, 263, 264, 265, 267, 270, 271.
— *multifidum* 257, 258, 260, 271.
Nemophila insignis 369.
Neofobertia 729, 730, 733.
— *brasiliensis* 753.
Neomacfadya 729, 730, 734, 753.
— *podopogon* 753.
Neomacfadyena 753.
Neottia 52.
Neotuerckheimia 733.
— *gonoclada* 757.
Nestoria 730, 731, 734, 751.
— *obtusifoliolata* 752.
Neves-Armondia 730, 733.
— *cordifolia* 743.
Newbouldia 734, 756.
Nigella 369.
Nitella syncarpa 225.
Nitidulidae 767.
Nitophyllum 257.
Notothylas orbicularis 220
Nuphar 768.
Nycticalos 733, 744.
Nymphaea 168.
— *tuberosa* 768.
Nymphaeaceen 281, 768, 771, 774.

Ochromonas 441.
Odontopus sexpunctulatus 206.
Odontotecoma 735, 753.
Oenothera 2, 858, 868, 870.
— × *albicans* 866.
— *albicans* × 867.
— albicans ♀ flavens ♀♂ 867.
— *albicans* ♀ × *rubens* ♀♂ 866.
— *albida* 5, 6.
— *atrovirens* ♂ 859, 860.
— *biennis* 3, 371, 376, 860, 863, 865, 866—868.
— *biennis* ♂ 864, 869.
— *biennis* ♀ 862, 863.
— *biennis* × *cruciata* 860.
— *biennis* × *gigas* 866.

Oenothera biennis × *Lamarckiana* ♂ 861.
— *biennis* × *Lamarckiana* 866, 869.
— (*biennis* × *Lamarckiana*) *fallax* 866
— *biennis* × *O. Lamarckiana* × *biennis*) *fallax* 862.
— (*biennis* × *Lamarckiana*) *laeta* 862.
— (*biennis* × *Lamarckiana*) *velutina* 862.
— *biennis* × *rubrinervis* 865.
— *biennis* × *suaveolens* 867.
— *Cockerelli* 859, 860, 868.
— *Cockerelli* × *cruciata* 860.
— *curvans* 866.
— *densa* 858.
— *fallax* 860, 862, 863, 865, 866.
— *flava* × 867.
— *flavens* 867.
— *flavens* × *rubens* 867.
— *gaudens* 858, 859—863, 865, 869.
— *gaudens* × *gaudens* 858, 861, 863, 864.
— *gaudens* × *nanovelans* 865.
— *gaudens* × *velans* 861, 866.
— *gaudens* ♀ × *velans* ♂ 858.
— *gaudens* ♀♂ × *velans* ♀♂ 866.
— *gigas* 2, 3, 865, 866.
— *gigas nanella* 2.
— *gracilis* 859.
— *grandiflora* 868
— *Hookeri* 859, 860, 868
— *Hookeri* × *cruciata* 860
— *Hookeri* × *muricata* ♂ 861
— *laeta* 858, 859, 861—863, 865—869.
— *laeta* × *laeta* 863.
— *laeta* — *velutina* 861—863.
— *Lamarckiana* 3–7, 57, 858, 859, 861 864, 866—869, 872.
— *Lamarckiana* × *biennis* 860, 861, 864, 866, 868.
— (*Lamarckiana* × *biennis*) *fallax* 862, 866.
— *Lamarckiana* × *Cockerelli* 861.
— *Lamarckiana gigas* 865.
— *Lamarckiana* × *Hookeri* 861.
— *Lamarckiana* × *muricata* 860, 864.
— *Lamarckiana* × *O. nanella* 4, 5, 6, 865.
Oenothera Lamarckiana — *rubrinervis* 865.
— *Lamarckiana* × *strigosa* 861.
— *Lamarckiana* × *suaveolens* 867, 868, 869.
— *lata* 4, 5, 6, 7.
— *lata* × *O. Lamarckiana* 5, 6.
— *lata* × *nanella* 5, 6.
— *laxa* 858.
— *muricata* 859, 860, 866, 868.
— *muricata* Venedig × *biennis* 864.
— *muricata* × *Lamarckiana* ♂ 861.
— *nanella* 4, 5, 6, 7.
— *von North Town Junction* 859.
— *oblonga* 5, 6.
— *pratincola* 3.
— *rigens* 866.
— *rigens* ♀ × *curvans* ♂ 866.
— × *rubens* 866, 867.
— *rubens* × *flavens* 867.
— *rubens* × *gaudens* 866.
— *rubrinervis* 865, 871.
— *rubrinervis* × *biennis* 865.
— *suaveolens* 864, 866, 867, 869.
— *suaveolens* × *biennis* 867.
— *suaveolens* × *Lamarckiana* 867.
— *suavilaeta* = *O. flavens* × *gaudens* 867.
— *suavi—velutina* = *O. flavens* × *velans* 867.
— *subfallax* 865.
— *subvelans* 865.
— *subvelutina* 865.
— *stenomeres* 3.
— *syrticola* 859.
— *velans* 858—863, 865, 869.
— *velans* ♀ × *gaudens* ♂ 858, 861, 862.
— *velans* × *subvelans* 865.
— *velans* × *velans* 858, 861, 863, 864.
— *velutina* 858, 859, 861—863, 865 bis 869.
— *velutina* × *laeta* 862.
— *velutina* × *velutina* 863.
Oikomonas 441, 444.
Oleaceae 672.
Oleoideae 672.
Oligotrophus bursarius 184.
Onobrychis viciaefolia 886.
Ornaster (Subsekt.) 667, 670, 672.

Ornaster 671.
Ornus (Sekt.) 667, 668, 669, 670.
Orobanche 52, 58, 59.
Oroxylum 734, 750.
Oscillaria 896, 897, 898, 899, 900.
Osmunda 312, 313, 315, 320.
— *cinnamomea* 318, 320, 332.
— *regalis* 298, 299, 303, 311. 312 314—316, 318, 332.
Oxalideen 889.
Oxalis 887.
— *hedysaroides* 887.
— *Ortgiesiana* 887.
— *v. quadrifolia* 887.
Oxyrrhis 444.
Oxytropis montana 138.

Pachyptera foveolata 736, 738.
Paeonia 760, 761, 768.
— *albiflora* 769.
— *Moutan* 769.
Pajanelia 734, 756.
Palmae 771, 772.
Palmella 592, 599.
Paludina diluviana 456.
Pandorea 734, 754.
Panicum 498, 499, 500, 507.
— *miliaceum* 501.
Pantostomatinae 440, 443—446.
Parabignonia 730, 734, 753.
Paracolea 735, 756.
Paradolichandra 730, 734.
— *Chodati* 736, 753.
Paragonia 729—731, 734.
— pyramidata 728.
— *pyramidata* 743, 744.
— *Schumanniana* 744
— *Paramansoa*
Paramansoa 735, 746.
Parietaria 829.
Paris quadrifolia 399.
Parmentiera 733, 734, 757.
— *cereifera* 757.
— *edulis* 757.
Parnassia palustris 138.
Pauciflorae 668, 671.
Pauciflorae 671.
Pelargonium Zonale 289, 294.
Pemphigus bursarius 184.
Pemphigus marsupialis 184.
— spirothece 184.
Penaeaceae 568.
Penicillium 453, 454, 467—469, 528, 786, 791—796.
— *brevicaule* 786.
— *expansum* 793.
— *glaucum* 793, 796.
— *Schneggii* 793.
— *variabile* 786.
Perianthomega 729, 732, 734.
— *Vellozii* 750.
— *Perichlaena* 735, 754.
Peridineen 242.
Petastoma 730, 731, 734, 737, 745.
— *jucundum* 740.
— *samydoides* 742.
— *truncatum* 753.
Pezizza aerugo 467, 469.
Phacelia 369.
— *tanacetifolia* 372, 373 374, 377, 378.
Phaedranthus 730, 731, 733.
— *buccinatorius* 744.
Phaeomonadinae 446, 447.
Phajus 169.
— *grandifolius* 172.
Phaseolus 169, 842.
— *multiflorus* 496, 839.
— *vulgaris* 493, 496, 497, 502.
Pharcidia 582, 584, 586, 588, 589 591.
— *lichenum* 581, 582, 587, 589—591.
Philadelphus 78.
Phleospora 303, 304.
— *callistea* 303, 304.
Phlox 369.
Phomopsis 297, 299, 301.
— *Fischeri Eduardi* 298, 300, 301, 332.
Phormidium 895.
Phryganoscidia 730, 733.
— *corymbosa* 749.
Phycomyces 448, 450.
— *nitens* 452, 453, 454.
— *var. nana sterilis* 452.
Phyllanthus Niruri 883.
Phyllarthron 734.
— *articulatum* 757.
Phylloctenium 735, 756.

Phyllomitus 445.
Phytomonadinae 446.
Phytophthora infestans 364.
Pilea 829.
— *callitrichoides* 494.
Pilze 215.
Pinguicula alpina 139.
Pinnularia borealis 798.
Pinus 521.
— *Austriaca* 521.
— *Cembra* 521.
— *Mughus* 521.
— *silvestris* 182, 456, 459, 521 (sylvestris).
— *Strobus* 521.
Piptadenia macrocarpa 881.
— *peregrina* 881.
Pisum 169.
Pithecoctenium 729, 730, 731, 733, 742.
— *botryoides* 742.
— *cinereum* 742.
— *cynanchoides* 742.
— *dolichoides* 743.
— *echinatum* 743.
— *hexagonum* 743.
— *muricatum* 742.
— *stipulare* 743.
— *vitalba* 743.
Placodiplodia 305.
— *Copelandi* 304, 305.
Placothyrium 302.
— *athyrinum* 301, 302, 332.
Plagiochasma 146, 148.
— *rupestre* 217.
Plagiochila 216, 217.
Plantago lanceolata 41, 133, 135.
— *major* 40, 41.
— *maritima* 41.
— *media* 41.
Plectranthus fruticosus 290, 294.
— *glaucocalyx* 494.
Pleonotoma 730, 731, 734, 735, 752.
— *auriculatum* 752.
— *jasminifolium* 752.
— *imperatoris Maximiliani* 752.
— *stichadenium* 752.
— *tetraquetrum* 752.
— *variabile* 752.
Pleospora spec. 467.
Pleuroschisma Didrichseni 219.
— *Pearsoni* 219.
Pleurothyrium 322.
— *longissimum* 322, 332.
— *Pleurozia purpurea* 219.
Plumbagella 568.
Poa annua 128.
Podranea 734, 754.
Polycarpicae 758.
Polygonum 890.
— *Convolouslus* 891.
— *cuspidatum* 185, 186.
— *lapathifolium* 891.
— *Persicaria* 890.
Polysiphonia 257, 567, 570, 572.
— *violacea* 263, 264, 271.
Polytoma 441.
Populus 184, 803.
— *alba* 185, 186.
— *italica* 825.
— *pyramidalis* 191.
Porliera hygrometrica 883, 884.
Porphyridium 893—900.
— cruentum 893, 901.
Prasanthes suecicus 146.
Primula Auricula 127, 128. 133, 125.
Primula Auricula 127, 128, 133,135.
— *elatior* 128, 398, 399.
— *farinosa* 220.
— *obconica* 290, 294, 295.
— *officinalis* 398.
— *sinensis* 50.
„Prinzessin der Nacht" 14.
Protomastiginae 440, 443—446.
Prunus Laurocerasus 520.
— *Padus* 397, 398, 399.
Pseudopaegma 730, 734, 739, 740.
— *jucundum* 740.
— *longidens* 740.
Pseudosphaeriaceae 331.
Psorotichia lutophila 581.
Pteridomonas 445.
Pteris 296, 312, 313, 315.
— *aquilina* 296, 298—300, 305. 307, 310—315, 318, 323, 324, 326—332.
Pulmonaria officinalis 128, 398, 399.
Pycnothyriaceae 309.
Pycnothyrieen 308.
Pycnothyrium 314, 315, 316.
— *litigiosum* 310, 311, 313—316, 332.

Pyronema 572.
Pyrostegia 729, 730, 734, 746, 749.
— *cinerea* 746.
— *tecomiflora* 746.
— *tubulosa* 746.
— *venusta* 734, 735, 746, 758.
Pyrrhomonaden 447.
Pyrrhomonadinae 446.
Pyrrhophyta 447.

Qercus 483, 484.
— *pedunculata* 398.
Quillaja 362.
— *saponaria* 363.

Rademachera 734, 756.
Radula 216, 217.
— *complanata* 213.
Ramondia 215.
Ranales 758, 771, 773, 774.
Ranunculaceae 771.
Ranunculus Ficaria 128, 397—399.
— *repens* 40.
— *sceleratus* 370, 376, 385.
Raphiospora 589.
Reboulia hemisphaerica 213.
Rhamnus 715.
— *cathartica* 711.
Rhigozum 734, 754.
— *trichotomum* 754.
Rhinanthaceen 427, 428, 430.
Rhinanthus 431.
— *major* 427, 428.
— *minor* 429.
Rhizochloridinae 443.
Rhizochrysidinen 442.
Rhizodininae 443.
Rhizoctonia 717.
Rhodocolea 735, 757.
Rhododendron ferrugineum 127.
Rhodomela 257, 259.
— *virgata* 263, 271.
Rhodophyceen 567, 893, 896, 901.
Rhopographus 327, 331.
— *Pteridis* 312, 314, 315.
Ribes rubrum 497.
Riccia 149, 152, 215.
— *Bischoffii* 147, 216.
— *canescens* 146, 148.
Riccia commutata 216.
— *Gougetiana* 147.
— *lamellosa* 148.
— *melitensis* 147.
— *papillosa* 216.
— *Sommieri* 146, 147, 149, 150
— *sorocarpa* 147.
— *spinosissima* 148.
Ricciocarpus natans 213.
Riciella 149.
Ricinus 169, 492.
— *communis* 185, 502.
Robinia hispida 888.
— *pseudacacia* 888.
Roentgenia 734, 747.
— *bracteomana* 748.
Roggen 893.
Rojasiophyton tuberculatum 750.
Rosa 494, 495, 520.
Rosaceen 494.
Rotbuche 519.
Rubiazeen 580.
Rubus spec. 398, 399.
Rudbeckia laciniata 558.
Ruellia sabiniana 178.
Russula 721.
— *emetica* 721.

Saccharomyces cratericus 422.
Saldanhaea 730, 734—736, 749.
— *bracteata* 749.
— *confertiflora* 731, 749, 758.
— *heterocalyx* 749.
— *lateriflora* 749.
— *mollis* 749.
— *myriantha* 749.
— *pratensis* 749.
Salix 37, 399, 803.
— *fragilis* 129.
— *retusa* 138.
Salvinia 250, 254, 256.
— *adnata* 250.
— *auriculata* 250, 256.
— *biloba* 251.
— *natans* 250, 251, 252, 254, 255, 256.
— *nymphellula* 250.
— *oblongifolia* 251.
— *rotundifolia* 251.
— *Sprucei* 251.

Sambucus 76, 397.
— *nigra* 77, 399, 494, 497, 641, 642.
Sanguisorba minor 139.
Sanhilaria 735, 746.
Saponaria ocymoides 138.
„Satanspilze" 726.
Saxifraga 472, 473.
— *aizoides* 128, 139.
— *Aizoon* 128, 131, 133, 135, 139.
— *oppositifolia* 131.
— *rotundifolia* 127.
Scabiosa lucida 786.
— *suaveolens* 786.
Scapania 216.
— *planifolia* 219.
— *undulata* 213
„Schaf-Champignons" 723.
Schisma 220, 221.
— *aduncum* 219, 220.
— *Sendtneri* 215, 220.
Schistostega 143, 796, 798.
— *osmundacea* 796.
Schizoderma filicinum 311, 330.
„Schlaberpilze" 723.
Schlegelia 734.
— *parasitica* 757.
Schrebera 672.
Sciadanthus 668, 671, 672.
Scilla bifolia 398, 399.
Scinaia 257, 263, 270, 559, 572.
— *furcellata* 257, 263, 264, 271.
Scirrhia 327, 328.
— *Aspidiorum* 311, 328, 330.
— *microspora* 328.
Scirrhophragma regalis 313.
Scleroderma vulgare 726.
Sclerophoma 299.
Scrophularia nodosa 371.
Scrophulariaceen 428.
Secale 496, 500, 502, 503, 891.
Sedum 91, 93, 94, 95, 104, 105, 107, 109, 112, 119, 124.
— *acre* 91, 103, 105, 111.
— *Telephium* 170, 338.
Sempervivum 129, 290.
— *tectorum* 139, 290, 292, 295.
Septogloeum septorioides 304, 323, 324.
Septoria 304.
— *aquilina* 304, 324.
— *pteridicola* 303, 304.
Serratula 555, 556, 557, 558.
— *tinctoria* 554, 555, 558.
Sesleria coerulea 127.
Setilobus 730, 734, 745.
— *Bonae Vistae* 745.
— *bracteatus* 745.
— *Neves-Armondii* 745.
— *simplicifolius* 745.
— *subcorymbosus* 740, 745.
Silicoflagellatae 446, 447.
Silybum 492, 493.
Sinapis 493, 495, 499, 500, 502.
Siphocolea 735, 757.
Solanaceae 490.
Solanum 490, 491.
— *Dulcamara* 490, 491.
— *lycopersicum* 373, 383, 384, 488, 490.
— *Melongena* 490.
— *nigrum* 490.
Sonchus palustris 494.
Sophora japonica 888.
— *spec.* 888.
Sorghum 498, 499, 502, 506.
— *saccharatum* 497, 500.
— *vulgare* 498, 501.
Soronia grisea 767, 774.
Sparattosperma 733, 755.
— *ellipticum* 755.
— *lithontripticum* 755.
— *neurocalyx* 755.
— *psammophilum* 755.
— *stenocarpum* 755.
— *vernicosum* 755, 758.
Sparganium 281.
Spathodea 734, 756.
Spelt 705.
Spelz 705.
Spelzweizen 705.
Sphaerella callistea 303.
Sphaeria 330.
— *Aspidiorum* 324, 325, 328, 329, 330.
— *pteridicola* 330.
Sphaeriales 327.
Sphaerioideen 298, 301, 302.
Sphaeriostromella 297.
— *pteridina* 297, 298, 328, 331.
Sphaeriothyrium 299, 300.
— *filicinum* 298, 299, 332.
— *praecastrense* 300, 313.

Sphaerocarpus terrestris 216.
— *texanus* 216.
Sphagnum 294.
— *acutifolium* 656, 658, 659.
Sphenolobus 216.
Spinacia 830.
Spiraea spec. 397.
Spirogyra 228, 234, 898.
Staganosporopsis 304.
— *callistea* 304.
— *pteridicola* 304, 324.
Steganosporium 306.
Stellaria graminea 398.
Stenolobium 734, 755.
Stereospermum 734, 756.
Stigeoclonium 228.
Stilobryon 444.
Stizophyllum 730, 734, 746.
Struthiopteris 296.
— *germanica* 298, 299, 322, 328, 329, 332.
Subularia aquatica 813.
Succisa 785, 786.
— *pratensis* 783, 784.
swo 704.
„swot" 603, 704.
swt 704.
Symphoricarpus racemosus 185.
Synechococcus aeruginosus 798.
Syringa 628, 635, 672.
— *vulgaris* 137, 138, 185, 627.
Syringeae 672.

Tabebuia 734; 755.
— acrophylla 755.
— longiflora 755.
— Schumanniana 755.
Tanaceium indicum 776.
Tanaecium 730, 734; 744.
— crucigerum 744
Taraxacum officinale 128, 133, 135, 137—139, 780.
Targionia 145.
— *hypophylla* 213, 216, 217.
Taxus 81 182 209 210 512.
— *baccata* 80 182 209 512.
— *ericoides* 182.
Tecoma 734, 755.
Tecomanthe 735, 754.
Tecomaria 734, 754.
Tecomeae 733, 734, 753.
Tecomella 735, 755.
Tessellina pyramidata 216, 217.
Tetrablepharis 441.
Tetracentron 280.
Tetraneura ulmi 184.
Teucrium montanum 131.
Thaumatomastix 441.
Thea 29.
— *assamica* 29 30.
— *Bohea* 29.
— *japonica* 22.
— *viridis* 29.
Thuja 122, 475, 480, 487, 635.
— *gigantea* 627, 635.
— *orientalis* 183.
Thyriostroma 308, 309, 314.
— *Pteridis* 308, 309, 313, 314, 315.
— *Spiraeae* 308.
Tilia 79, 825, 829.
Tofieldia calyculata 138.
Torricellia 346.
Tourrettia 730, 731, 734.
— *lappacea* 757.
Tourretieae 734, 757.
Tradescantia 92, 137, 170, 178, 293, 337, 362, 898.
— *albiflora* 335, 338, 339.
— *virginica* 338, 339.
Trametes 468, 469.
— *radiciperda* 461, 467, 468.
Trichius 768.
Trifolium 435, 885.
— alpestre 884. 885.
— *campestre* 884.
— *montanum* 884.
— *repens* 884.
Triticum 496, 497, 500, 502, 503.
— *compactum* 601, 602, 604, 605, 606, 892.
— *compactum globiforme* 606.
— *dicoccum* 705.
— *dicoccum aegyptiacum* 698, 701.
— *dicoccum aegyptiacum rufum* 697.
— *dicoccum Hausknechtianum* 697.
— *dicoccum rufum* 698.
— *dicoccum serbicum* 702.
— *dicoccum v. tricoccum* 697, 701, 702.

Triticum durum 601, 603, 604, 605.
— *monococcum* 705.
— *Spelta* 705.
— *turgidum* 601, 602, 603, 604, 605, 607.
— *vulgare* 601, 602, 604, 605, 606, 890, 892.
— *vulgare antiquorum* 602, 603.
Trochodendraceen 280.
Tropaeolum 335.
— *maius* 335.
Trüffel, schlesische 727.
Tulipa 169.
Tussetia 441, 444.
Tylachium Cladostemon 159.
Tynnanthus 730, 731, 734, 744.
— *cognatus* 744, 758.
— *elegans* 744.
— *myrianthus* 744.
Typha 281.
Ulmus 184, 397.
— *campestris* 397.
— *montana* 397.
Ulothrix 228.
Uredineen 568, 575.
Uredinopsis filicina 322.
— *Struthiopteridis* 322.
Urtica 93—97, 101, 104, 105, 107, 109, 111, 112, 117, 185, 829.
— *dioeca* 91, 100, 105, 123.
— *urens* 131, 359.
Ustilagineen 568.

Vaccaria 499, 500.
Verbascum 179.
Verbascum phlomoides 179.
— *thapsiforma* 180.
Veronica Beccabunga 128, 133, 134, 135, 139.
— *longifolia* 370.
Verrucaria 581.
— *calciseda* 588.
— *dolosa* 581.
— *maculiformis* 581.
— *marmorea* 588.
— *papillosa* 581.
Viburnum opulus 185, 397, 398.
Vicia 435, 438.
— *Faba* 337, 946, 498, 890.
— *silvatica* 886.
Victoria 768, 773.
— *regia* 20, 22, 768, 774.
Vinca minor 128.
Viola odorata 494, 495, 497.
Viscum 820.
— *album* 818, 820, 821.
— *articulatum* 820.
— *orientale* 820.
Vitis 78.
Volvocales 440, 441, 446, 447.
Wachholdermistel 673.
Wahlenbergia hederacea 216.
„Weinroter Riszpilz" 727.
Welwitschia 205, 207.
Welwitschia mirabilis 211.

Whitlavia grandiflora 369.
Wulfenia 215.
Wunschmannia 730, 733, 743.

Xylophragma 730, 734, 736, 749.
— *pratense* 749.

Yucca 169.

Zaa 734.
— *ilicifolia* 756.
Zea Mays 498.
Zeyhera 734, 755.
Zitronenpilz 721.

Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 24. Juni 1917.)

Ehrenpräsident.

S. Schwendener, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10**, Matthäikirchstraße 28.

Ehrenmitglieder.

Bower, F. O., Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow**, 1. Hillhead, St. Johns Terrace. Erwählt am 12. September 1907.

Famincyn, A., emer. Professor der Botanik, Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg**, Wassiliew Ostrow, 7te Linie 2. Erwählt am 1. Dezember 1903.

Nathorst, Dr. **Alfred G.**, Professor und Direktor des Phytopaläontologischen Museums, Mitglied der Kgl. Schwed. Akademie der Wissenschaften in **Vetenskapsakademien,** Schweden. Erwählt am 12. September 1907.

Nawashin, Dr. **S.**, Professor der Botanik in **Swjatoschino,** Gouv. Kiew. Erwählt am 12. September 1907.

Prain, Dr. **David,** Direktor der Botanischen Gärten in **Kew** bei London. Erwählt am 12. September 1907.

Thaxter, Dr. **Roland,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.), 7 Scott-Str. Erwählt am 12. September 1907.

de Vries, Dr. **Hugo,** Professor der Botanik an der Universität Amsterdam in **Lunteren,** de Boeckhorst (Holland). Erwählt am 24. September 1891.

Warming, Dr. **Eug.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Museums, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften in **Kopenhagen-Valby,** Bjerregaardsvej 5. Erwählt am 24. September 1891.

Winogradsky, Dr. **Sergius,** in **St. Petersburg,** Kaiserl. Institut für experimentelle Medizin. Erwählt am 12. September 1907.

Korrespondierende Mitglieder.

Andersson, Dr. **Gunnar**, Professor in **Djursholm** bei Stockholm.

Balfour, J. Bailey, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg.**

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des Botanischen Gartens und Botanischen Museums in Florenz, z. Z. in **Baudino** bei Florenz, Villa Beccari.

Beijerinck, Dr. **M. W.**, Professor am Polytechnikum in **Delft** (Holland).

Bonnier, Dr. **Gaston**, Mitglied des Institut de France, Professor der Botanik an der Universität in **Paris**, Rue d'Estrapade 15.

Briquet, Dr. **John**, Direktor des Botanischen Gartens in **Genf.**

Brotherus, Dr. **Viktor Ferdinand**, Professor in **Helsingfors.**

de Candolle, Casimir, in **Genf.**

Cavara, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Neapel.**

Chodat, Dr. **Robert**, Professor der Botanik an der Universität in **Genf.**

Christ, Dr. **Hermann**, Oberlandesgerichtsrat in **Riehen** bei Basel, Burgstraße 110.

Darwin, Francis, M. B., F. R. S., F. L. S. in **Cambridge** (England). 13 Madingley Road.

Elfving, Dr. **Fredrik**, Professor an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Helsingfors.**

Farlow, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Flahault, Dr. **Charles**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Montpellier.**

Guignard, Dr. **Léon**, Professor der Botanik an der École supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France in **Paris**, I rue des Feuillantines.

Harper, R. A., Professor an der Columbia-Universität in **New York** (U. S. A.).

Hemsley, W. B., F. R. S., F. L. S. in **Kew** bei London.

Henriques, Dr. **J. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

Ikeno, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Tokio.**

Johannsen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen.**

v. Lagerheim, Dr. **G.**, Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm.**

Lecomte, Dr., Professor in **Paris.**

Mangin, Dr., Professor in **Paris.**

Massart, Dr. **J.**, Professor an der Universität in **Brüssel.**

Matsumura, Dr. **J.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Tokio.**

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor an der Universität in **Tokio.**

Oliver, F. W., Professor der Botanik am University College in London 1 the Vale, **Chelsea** bei London SW.

Palladin, Dr. **Wl. J.**, Professor an der Universität in **St. Petersburg.**

Penzig, Dr. **Otto**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Genua.**

Reiche, Dr. **Karl**, Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional in **Mexico**, D. F. Apartado 656.

Ridley, H. N., M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Singapore.**

Robinson, Dr. **B. L.**, Professor an der Universität und Kurator des Gray-Herbariums in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua.**

Scott, Dr. **D. H.**, in **East Oakley House**, Oakley, Hants (England).

Seward, **A. C.**, Professor in **Cambridge**, Huntingdon Road (England).

Stapf, Dr. **Otto**, Keeper of Herbarium and Library in **Kew** bei London.

Trelease, William, Professor an der University of Illinois in **Urbana** (Illinois U. S. A.)

Went, Dr. **F. C.**, Professor der Botanik in **Utrecht** (Holland).

Wildeman, Dr. **Em. de**, Professor in **Brüssel.**

Wille, Dr. **J. N. F.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Christiania.**

Willis, John Chr., M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Rio de Janeiro.**

Mitglieder.

Abromeit, Dr. **Johannes**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am Botan. Garten in **Königsberg i. Pr.**, Goltzallee 28a.

Allen, Dr. **Charles E.**, Professor der Botanik an der University of Wisconsin in **Madison**, Wis. (U. S. A.), 2014 Chamberlin Avenue.

Ambronn, Dr. **H.**, Professor und Direktor des Instituts für Mikroskopie an der Universität in **Jena**, Goethestraße 18.

Anders, Gustav, Lehrer in **Charlottenburg**, Königin-Elisabeth-Str. 50.

Anderson, Dr. **Alexander P.**, 5558 Everett Avenue, American Cereal Co., in **Chicago**, Ill. (U. S. A.).

Andres, **Heinrich**, Lehrer in **Bonn**, Argelanderstr. 124 (z. Zt. Adr.: **Bergisch-Gladbach** bei Cöln, Gasstr. 19.)

Andrews, Dr. **Frank**, **Marion**, Associate Professor of Botany an der Indiana University in **Bloomington**, Indiana (U. S. A.), 901 East 10th Street.

Appel, Dr. **Otto**, Geh. Regierungsrat, Mitglied der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.

Arnoldi, Dr. **Wladimir**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**, Botanischer Universitätsgarten, Klotschkowskaja 52.

Artari, Dr. **A.**, Privatdozent in **Moskau**, Botan. Laborator. d. Kaiserl. Techn. Hochschule.

Arthur, **J. C.**, Professor der Botanik an der Purdue University in **Lafayette**, Indiana (U. S. A.).

Baccarini, Dr. **Pasquale**, Professor und Direktor des Reale Orto botanico in **Florenz**, Via Lamarmora Nr. 6 bis.

Bachmann, Dr. **E.**, Studienrat, Professor, Konrektor a. D. in **Radebeul** bei Dresden, Moltkestr. 24.

Bachmann, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**, Brambergstr. 5a.

Baesecke, Dr. **P.**, Apotheker in **Braunschweig**, Eiermarkt 1.

Ball, Dr. **O. Melville**, Professor der Biologie in **College Station**, Texas (U. S. A.).

Bally, Dr. **Walter**, Privatdozent der Botanik in **Basel**, Holbeinstr. 91.

Bartke, **R.**, Professor an der Städtischen Realschule in **Kottbus**, Turnstr. 7, pt.

Baumgärtl, Dr. **Otto**, Assistent am Botan. Institut d. deutschen Universität in **Prag-Karolinental**, Viaduktgasse 5.

Baur, Dr. **Erwin**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, Institut für Vererbungsforschung in **Potsdam**, Saarmünder Landstraße. Wohnung: Potsdam, Jägerallee 16.

Beck, Dr. **Günther**, **Ritter von Mannagetta und Lerchenau**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Instituts der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Becker, **H.**, Dr. med. in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck.

Behrens, Dr. **Joh.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Direktor der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.

Benecke, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität, Botanisches Institut in **Münster i. W.**

Berthold, Dr. **G.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts in **Göttingen**.

Bessey, Dr. **Ernst A.**, B. Sc., M. A., Professor der Botanik am Michigan Agricultural College in **East Lansing**, Michigan (U. S. A.).

Beyer, R., Professor, Oberlehrer in **Berlin W**, Lessingstr. 5.

Bitter, Dr. **Georg**, Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **Bremen**, Hamburger Str. 255.

Blochwitz, Adalbert, Oberlehrer a. D. in **Berlin N**, Botanisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule, Invalidenstr. 42.

Bode, Dr., Assistent am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N, Seestr. 61, in **Hermsdorf** bei Berlin.

Bœrgesen, Dr. **Fr.**, Bibliothekar am Botanischen Museum in **Kopenhagen**, Rosenvangets Hovedvij 19.

Bogen, **Alfred**, Lehrer in **Berlin NO**, Elbinger Str. 17.

Boresch, Dr. **Karl**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Borowikoff, G. A., Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Odessa, z. Z. Pflanzenphysiologisches Institut der Böhmischen Universität in **Prag.**

Borzi, A., Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität in **Palermo.**

Brand, Dr. **Friedrich**, in **München**, Liebigstr. 3.

Brandes, W., Medizinalrat, Apotheker in **Hannover**, Maschstr. 3a.

Braungart, Dr. **R.**, Professor in **München**, Fürstenstr. 18, I.

Bredemann, Dr. **G.**, Landwirtschaftlicher Sachverständiger beim Kaiserl. Gouvernement, Leiter des landwirtschaftlichen Laboratoriums in **Rabaul**, Deutsch-Neuguinea.

Bremekamp, Dr. **C. E. B.** Lehrer an der Nederlandsch Indische Artsenschool in **Soerabaya** (Java).

Brendel, R., Fabrikant botanischer Modelle in **Berlin-Grunewald**, Bismarckallee 37.

Brenner, Dr. **W.** in **Basel**, Grenzacher Str. 71.

Brick, Dr. **C.**, Professor, Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz in **Hamburg V**, St.-Georgs-Kirchhof 6, I.

Briosi, Dr. **Giovanni**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Laboratorio crittogamico in **Pavia** (Italien).

Broili, Dr. **Joseph**, Regierungsrat, Mitglied der Kais. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem.**

Brunnkow, **Reinhardt** in **Stettin.**

Bubák, Dr. **Franz**, Professor der Botanik und der Pflanzenkrankheiten an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tábor** (Böhmen).

Bucherer, Dr. **Emil**, in **Basel**, Jurastr. 54.

Buchwald, Dr. **Johannes**, Professor, Wissenschaftlicher Direktor der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin NW 23**, Klopstockstr. 49.

Buder, Dr. **Johannes**, Professor an der Universität in **Leipzig**, Botanisches Institut, Linnéstr. 1.

Bücher, Dr. **Hermann**, Versuchsanstalt für Landeskultur in **Victoria** (Kamerun), z. Z. in **Berlin-Steglitz**, Grunewaldstr. 6.

v. Büren, Dr. **Günther**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Bern**.

Burchard, Dr. **O.**, in **Puerto de Orotava**, Teneriffa, Kanarische Inseln La Paz. Adr. für Paketsendungen: Kais. Deutsches Konsulat, Santa Cruz de Tenerife, Canarias, via Hamburg p. Wörmann-Linie.

Burgeff, Dr. **Hans**, in **Geisenheim a. Rh.**

Burgerstein, Dr. **Alfred**, k. k. Regierungsrat, a. o. Professor an der Universität in **Wien II/1**, Karmeliterplatz 5.

Burret, Dr., Assistent am Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin N 4**, Invalidenstr. 42.

Buscalioni, Dr. **Luigi**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Catania** (Sizilien).

Büsgen, Dr. **M.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Hann.-Münden**, Bismarckstr. 3.

Busse, Dr. **Walter**, Geh. Ob.-Reg.-Rat, Vortragender Rat im Reichskolonialamt, in **Berlin-Wilmersdorf**, Hildegardstr. 2.

Campbell, Dr. **Douglas H.**, Professor der Botanik an der Stanford University in **Palo Alto**, Kalifornien (U. S. A.).

Cavara, Dr., **Fridiano**, Professor der Botanik und Direktor des Reale Orto botanico in **Neapel**.

Čelakovsky, Dr. **Ladislav**, Professor der Botanik an der Böhmischen Technischen Hochschule in **Prag**, Kgl. Weinberge, Villa Gröbe.

Chamberlain, Dr. **Charles**, Associate Professor of Botany, in **Chicago**, Ill. (U. S. A.), University, Dpt. of Botany.

Chodat, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität in **Genf**.

Christensen, **Carl**, mag. scient. in **Kopenhagen**, Skaanesgade 6.

Clauſsen, Dr. **Peter**, Professor, Privatdozent an der Universität Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Rothenburgstr. 41, III.

Conwentz, Dr. **H.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Leiter der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen, in **Berlin W 57**, Elßholzstr. 13, II.

Correns, Dr. **Carl E.**, Geh. Regierungsrat, o. Hon.-Professor der Botanik a. d. Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, 1. Direkt. d. Kaiser-Wilhelm-Instituts f. Biologie in **Berlin-Dahlem.**

Cuboni, Dr., Professor, Direktor der Stazione di Patologia vegetale in **Rom,** Via St. Susanna.

Czapek, Dr. **Friedrich,** Professor der Botanik an der k. k. Deutschen Universität in **Prag II,** Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, Weinberggasse 3a.

Dalmer, Dr. **Moritz,** Gymnasialoberlehrer in **Tannenfeld** bei Nöbdenitz (Sachsen-Altenburg).

Damm, Dr. **Otto,** ordentlicher Lehrer an der höheren Mädchenschule in **Charlottenburg 5,** Windscheidstr. 25.

Darbishire, Dr. **O. V.,** in **Bristol,** Universität.

v. Degen, Dr. **Arpad,** Direktor der Samenkontrollstation in **Budapest II,** Kis-Rokus-Gasse 15.

Dengler, Dr., Kgl. Oberförster in **Reinhausen,** Kr. Göttingen, Oberförsterei.

Dennert, Dr. **E.,** Professor, wissenschaftlicher Direktor des Keplerbundes in **Godesberg a. Rhein,** Römerstr. 23.

Derschau, Dr. **Max von,** in **Auerbach** an der Bergstraße (Hessen).

Detmer, Dr. **W.,** Professor der Botanik an der Universität in **Jena,** Sonnenbergstr. 1a.

Diels, Dr. **L.,** Professor der Botanik a. d. Universität Berlin in **Berlin-Dahlem,** Botan. Museum.

Dietel, Dr. **P.,** Professor, Oberlehrer in **Zwickau,** Carolastr. 21.

Dingler, Dr. **Hermann,** Professor der Botanik in **Aschaffenburg** (Bayern), Grünewaldstr. 15.

Dittrich, Dr. **Gustav,** Professor Gymnasialoberlehrer in **Breslau XVI,** Uferzeile 14.

Docters van Leeuwen, Dr. **W.,** in **Samarang** (Java).

Dörries, Dr. **Wilhelm,** Oberlehrer an der Oberrealschule in **Zehlendorf** bei Berlin, Gertraudstr. 10.

Dohrn, Dr. **Reinhard,** Direktor der Zoologischen Station in **Neapel.**

Doposcheg-Uhlâr, Dr. **J.,** k. u. k. Major in **Partenkirchen,** Haus Silberacker.

Drude, Dr. **Oskar,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Dresden,** Botanischer Garten.

Duggar, Dr. **Benjamin M.,** Professor der Pflanzenphysiologie am Missouri Botanical Garden in **St. Louis,** Miss. (U. S. A.).

Dunzinger, Dr. **Gustav,** Assistent am Botanischen Institut der Technischen Hochschule in **München,** Neureutherstr. 25 IV.

Dusén, Dr. **P.**, in **Kantorp** in Schweden.

Duysen, Dr. **Franz**, Dozent an der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule in **Berlin NW 23**, Altonaer Str. 10.

Engler, Dr. **A.**, Geheimer Oberregierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem.**

Engler, Dr. **V.**, in **Breslau**, Botan. Institut d. Universität.

Ernst, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik und Direktor des Instituts für allgemeine Botanik (Biologiegebäude der Universität, Künstlergasse 16, Zürich I) in **Zürich VI**, Frohburgstraße 70.

Esser, P. **HJ.** (S. V. D.), Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien.

Esser, Dr. **P.**, Direktor des Botanischen Gartens in **Cöln a. Rh.**

Ewert, Dr., Professor, Lehrer der Botanik und Leiter der botanischen Abteilung der Versuchsstation des Pomologischen Instituts in **Proskau** (Oberschlesien).

Faber, Dr. **F. C. von**, Vorsteher der Botanischen Laboratorien s' Lands Plantentuin in **Buitenzorg** (Java).

Falkenberg, Dr. **Paul**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens und des Botanischen Instituts in **Rostock i. M.**

Farenholtz, Dr. **H.**, Hilfsassistent am Botan. Garten der Universität in **Münster i. W.**, Nordplatz 3.

Farlow, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), Quincy Street 24.

Farmer, **J. B.**, M. A., Professor der Botanik in **London W**, South Park, Gerrards Cross, Bucks.

Fedde, Dr. **Friedrich**, Professor, Oberlehrer, Herausgeber von Justs Botanischem Jahresberichte und des Repertorium specierum novarum in **Dahlem**, Post Berlin-Lichterfelde, Fabeckstr. 49.

Fedtschenko, Boris von, Oberbotaniker am Botanischen Garten in **St. Petersburg.**

Feldbausch, Dr. **Karl**, Rechtspraktikant in **Landau**, (Pfalz), Xylanderstr. 1.

Figdor, Dr. **W.**, Professor an der Universität in **Wien III**, Metternichgasse 4.

Finn, Vladimir, Konservator am Botan. Garten, Bot. Kabinett der K. Universität in **Kiew.**

Fischer, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik in **Bern**, Kirchenfeldstr. 14.

Fischer, Dr. **Hermann**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **München**, Cuvilliéstr. 1 III.

Fischer, Dr. **Hugo**, Vorsteher-Stellvertreter und Bakteriologe am Kaiser-Wilhelm-Institut in **Bromberg**, Schillerstr. 6.

Fischer von Waldheim, Dr. **Alexander**, Kais. russischer Geheimer Rat Exzellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Direktor des Kaiserlichen Botanischen Gartens in **St. Petersburg.**

Fitting, Dr. **Hans**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Instituts in **Bonn a. Rh.**, Poppelsdorfer Schloß.

Flahault, Dr. **Charles**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Montpellier.**

Focke, Dr. **W. O.**, Medizinalrat in **Bremen**, Beim Steinernen Kreuz 5.

Forenbacher, Dr. **Aurel**, Professor, Adjunkt am Botanisch-physiologischen Institut der Universität in **Agram** (Zagreb), Primorska ut. 28.

Forti, Dr. **Achille**, in **Verona**, Via St. Eufemia.

Fries, Dr. **Rob. E.**, Professor und Direktor des bergianischen Gartens, **Vetenskabsakademien** b. Stockholm.

Fritsch, Dr. **Karl**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der Universität in **Graz** (Steiermark), Albertstraße 19.

Fritsch, Dr. **F. E.**, Professor der Botanik am East London College (University of London) in **London NW**, Brondesbury, 77 Chatsworth Road.

Fuchs, Dr. **J.**, in **München**, Kaiserstraße 50.

Fünfstück, Dr. **Moritz**, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Vorstand des Botanischen Gartens in **Stuttgart**, Ameisenbergstr. 7.

Funk, Dr. **Georg** in **Neapel**, Zoolog. Station.

Furlani, Dr. **Hans**, Professor am Staatsgymnasium in **Wien VII**, Kandlgasse 39.

Fürnrohr, Dr. **Heinrich**, Hofrat, Vorstand der Botanischen Gesellschaft in **Regensburg.**

Fujii, Dr. **K.**, Professor der Botanik in **Tokio**, Botanisches Institut und Botanischer Garten der Universität.

Gassner, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent an der Universität in **Rostock i. M.**, Johann-Albrecht-Str. 15.

Gatin, Dr. **C. L.**, Préparateur de botanique à la Sorbonne in **Versailles** (Seine et Oise), 13 rue Jacques Boyceau.

Gehrmann, Dr. **K.**, Leiter des Botanischen Gartens in **Rabaul** auf Neu-Guinea.

Geisenheyner, L., Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach.**

Gerts, Dr. **Otto**, Dozent an der Universität in **Lund** (Schweden).

Giesenhagen, Dr. **Karl**, Professor d. Botanik, Vorstand des Botanischen Instituts der Technischen Hochschule in **München**, Schackstr. 2, II.

Giessler, Dr. **Rudolf**, Kustos am Bot. Institut in **Leipzig**, Sidonienstr. 19.

Gilbert, Edward, M., Assistant Professor of Botany, the University of Wisconsin in **Madison** (U. S. A.).

Gilg, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität, Kustos am Botan. Museum in **Berlin-Steglitz**, Grenzburgstr. 5.

Ginzberger, Dr. **August**, k. k. Adjunkt am Botan. Garten und Institut der k. k. Universität und Generalsekretär der k. k. Zoolog.-botan. Gesellschaft in **Wien III**, Rennweg 14.

Gjurašin, Dr. **Stjepan**, Prof. a. Mädchenlyzeum in **Agram** (Kroatien), Pantoviac 80.

Glück, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik in **Heidelberg**, Brückenstr. 18, I.

Gobi, Dr. **Chr.**, Exzellenz, Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg**, Wassilii Ostrow, 9. Linie, 46, Qu. 34.

Goch, **Georg**, in **Teschen**, Österr.-Schlesien, Kaiser Wilhelmstr. 19.

Goebel, Dr. **K. von**, Geh. Rat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts in **München**, Menzinger Str. 15.

Goethart, Dr. **J. W. Chr.**, Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Niederlande), Rijn-Schickade 78.

Gothan, Dr. **W.**, Privatdozent an der Bergakademie in **Berlin N**, Invalidenstr. 44.

Graebner, Dr. **P.**, Professor, Kustos am Botanischen Garten zu Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde**, Viktoriastr. 8.

Graevenitz, Dr. **Luise v.**, in **Potsdam**, Moltkestraße 11.

Grafe, Dr. **Victor**, Professor der Botanik an der Universität in **Wien VIII**, Hamerlingplatz 9.

Gran, Dr. **H.**, Professor der Botanik an der Universität in **Christiania**, Botanisches Institut.

Grosser, Dr. **Wilhelm**, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau X**, Matthiasplatz 1.

Grüß, Dr. **J.**, Professor, Oberlehrer in **Friedrichshagen** bei Berlin, Brestpromenade 14.

Günthart, Dr. **August**, Direktor des Lyceum Alpinum in **Zuoz** (Engadin) Schweiz.

Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von**, Professor, Privatdozent für allgemeine Botanik, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Straße 1, z. Zt. **Graz**, Lessingstr 8.

Gwynne-Vaughan, D. J., M. A., Professor der Botanik an der Universität in **Belfast,** Irland.

Györffy, Dr. **J.,** o. ö. Professor der allgemeinen Botanik an der Universität in **Kolozsvár** (Siebenbürgen).

Haacke, Dr. **Otto,** Professor, Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.,** Streits Berg.

Haase-Bessell, Gertraud, Frau verw. Dr. med. in **Dresden-N. 6,** Hospitalstr. 3, II.

Haberlandt, Dr. **G.,** Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiol. Instituts der Universität Berlin, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Hagem, Oscar, cand. real., Stipendiat der Botanik in **Bergen** (Norwegen), Botanisches Institut des Museums.

Hagen, Dr. **J.,** Bezirksarzt in **Trondhjem** (Norwegen).

Hämmerle, Dr. **J.,** Oberlehrer an der höheren Staatsschule in **Cuxhaven,** Süderwisch 51.

Häuser, Dr. **Robert,** Oberlehrer am Städt. Reformrealgymnasium in **Saarbrücken 3,** Dudweilerstr. 88.

Hamorak, Dr. **Nestor,** in **Wien VII,** Lerchenfelderstr. 19/9.

Hanausek, Dr. **T. F.,** k. k. Regierungsrat, Professor in **Wien VII/3,** Schottenfeldgasse 82.

Hannig, Dr. **E.,** Prof. der Botanik an der Universität in **Straßburg i. E.,** Taulerring 4.

Hansen, Dr. **Adolf,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens in **Gießen,** Leberstr. 21.

Hansteen, Dr. **B.,** Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Aas** bei Christiania (Norwegen).

Harder, Dr. **Richard,** Assistent am Bot. Institut der Universität in **Würzburg.**

Harms, Dr. **H.,** Professor, wissenschaftlicher Beamter der Königlichen Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Friedenau,** Ringstr. 44.

Harper, R. A., Professor an der Columbia University New York City in **New York** (U. S. A.).

Harster Dr. **Richard,** K. Reallehrer in **Ludwigshafen** a. Rh. Maxstr. 55.

Hartmann, Dr. **Max,** Professor, Privatdozent der Zoologie an der Universität Berlin, in **Frohnau** (Mark), Maximiliankorso.

Haupt, Dr. **Hugo,** in **Bautzen,** Muettigstr. 35.

Hausrath, Dr. **Hans,** Professor an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe,** Kaiserstr. 12.

Hecke, Dr. **Ludwig**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.

Hegi, Dr. **Gustav**, Professor der Botanik an der Universität in **München**, Tengstr. 18.

Heiden, Dr. **H.**, in **Rostock i. Mcklbg.**, Prinz-Friedrich-Karl-Straße 2.

Heilbronn, Dr. **Alfred**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Münster i. W.**

Heinricher, Dr. **E.**, K. K. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Institutes der Universität Innsbruck in **Innsbruck-Hötting.**

Heinsius, Dr. **H. W.**, in **Amsterdam**, P. C. Hooftstraat 144.

Hergt, **B.**, Professor in **Weimar**, Cranachstr. 8.

Heribert-Nilsson, Dr. **N.**, Dozent an der Universität Lund in **Landskrona** (Schweden).

Herrig, Dr. **Friedrich**, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität in **Berlin-Steglitz**, Bergstr. 84.

Herrmann, **E.**, Geh. Reg.-Rat, Königl. Regierungs- und Forstrat in **Breslau**, Forckenbeckstr. 8 II.

Herter, Dr. **W.**, Professor in **Berlin-Steglitz**, Vionvillestr. 11/12.

Heukels, **H.**, Lehrer an der Realschule in **Amsterdam**, Weesperzijde 81.

Hieronymus, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Grunewaldstr. 27.

Hill, **A. W.**, M. A., Assistant-Director an d. Royal Botanic. Gardens in **Kew**, Branstone Road 4.

Hill, **T. G.**, A. R. C. S., Assistant-Professor of Botany in **London WC**, University College.

Hillmann, **Joh.**, Oberlehrer in **Berlin-Pankow**, Breite Str. 15.

Hillmann, Dr. **P.**, Privatdozent a. d. Landw. Hochschule, Geschäftsführer der Saatzuchtstelle der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in **Berlin SW 11**, Dessauer Straße 14.

Hils, Dr. **Ernst**, Oberlehrer in **Berlin-Halensee**, Katharinenstr. 21.

Hiltner, Dr., Professor, Oberregierungsrat, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsanstalt in **München-Schwabing**, Osterwaldstraße 9.

Himmelbaur, Dr. **Wolfgang**, Privatdozent für systemat. Botanik an der Universität in **Wien VII**, Burggasse 83a.

Hinneberg, Dr. **P.**, in **Altona-Ottensen**, Flottbeker Chaussee 29.

Hinze, Dr. **G.**, in **Zerbst**, Friedrichsholzallee 42.

Höfler, Dr. **Karl**, Demonstrator am Pflanzenphysiolog. Institut der Universität in **Wien XIII/2**, Onno Klopp-Gasse 6.

Höhnel, Dr. **Fr., Ritter von**, Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **Wien IV**, Karlsplatz 13.

Höstermann, Dr. **G.**, Vorstand der pflanzenphysiologischen Abteilung und Lehrer an der K. Gärtner-Lehranstalt zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Schloßstr. 32.

Hojer, Otto, K. K. Assistent d. chemisch. pharmazeut. Untersuchungsanstalt im Ministerium d. Innern in **Wien I**, Salvatorstr. 12.

Hollrung, Dr. **M.**, Professor, Lektor für Pflanzenpathologie an der Universität in **Halle a. S.**, Dorotheenstr. 18, II.

Holmann, Richard, M., Instructor of Botany, University of the Philippines.

Holtermann, Dr. **Carl**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Charlottenburg** bei Berlin, Witzlebenstr. 30.

Horn, Paul, Apotheker in **Waren** (Mecklenburg).

Houtermans, Elsa, in **Wien I**, Börseplatz 6.

Huber-Pestalozzi, Dr. phil. et. med. **Gottfried**, in **Zürich**, Englisch Viertelstr. 61.

Hunger, Dr. **F. W. T.**, Direktor der Algemeen Proefstation, **Salatiga** (Java), z. Z. Adr. Amsterdam, Van-Eeghen-Straat 52.

Iltis, Dr. **Hugo**, Privatdozent an der Franz-Josef-Technischen Hochschule in **Brünn**, Schmerlinggasse 28.

Irmscher, Dr. **E.**, Assistent am K. Botan. Museum in **Berlin-Dahlem**.

Issatschenko, **Boris**, Hofrat, Privatdozent der Botanik an der Universität, Vorsteher der Samenprüfungsstation in **St. Petersburg**, Kaiserl. Botanischer Garten.

Istvánffi de Csikmadefalva, Dr. **Gyula von**, Professor der Botanik an der K. Ungarischen Technischen Universität in **Budapest** (I Müegyetem rakpart.)

Iterson, Dr. **G. van** in **Delft** (Holland) Quai Delft 81.

Ivanow, Sergius, Magister der Botanik, Assistent in **Moskau**, Rasumowskoje C. X. U.

Iwanowski, Dr. **Dimitri**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Warschau**, Nowogrodzkastr. 60.

Jaap, Otto, Privatgelehrter in **Hamburg 25**, Burggarten 3.

Jaccard, Dr. **Paul**, Professor d. Botanik am Eidgen. Polytechnikum in **Zürich**, Konkordiastr. 12.

Jahn, Dr. **Eduard**, Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg 5**, Witzlebenstr. 41.

Jakowatz, Dr. **A.**, Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tetschen-Liebwerd** (Böhmen).

Jensen, Hjalmar, Direktor der Proefstation voor Vorstenlandsche tabak in **Wedi, Klaten** (Java).

Johannsen, Dr. **W.,** Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen,** Botanischer Garten, Gothersgade 140.

Johnson, Dr. **T.,** F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin.**

Jongmans, Dr. **Wilhelm,** Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Holland), Breetstraat 137.

Jost, Dr. **Ludwig,** Professor der Botanik in **Straßburg i. E.,** Botan. Institut der Universität.

Junk, W., in **Berlin W 15,** Sächsische Str. 68.

Kabát, Jos. Em., emerit. Zuckerfabrikdirektor in **Turnau** 544 (Böhmen.)

Kamerling, Dr. **Z.** in **Leiden** (Holland), Witte Rozenstraat 31.

Kappert, Dr. **Hans,** Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem.**

Karrer, Siegmund, Obergärtner in **Erfurt,** Bellingstr. 13.

Karsten, Dr. **George,** Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Halle a. S.** Botan. Institut.

Kasanowski, Victor, Privatdozent für Botanik an der K. Universität in **Kiew,** Funduktejevskaja 46.

Kaufmann, Martha, in **Braunschweig,** Riddagshäuserweg 26.

Kavina, Dr. **K.,** Dozent der Botanik an der böhmischen Universität in **Prag.**

Kegel, Dr. **Werner,** in **Bremen,** Braunschweiger Straße 5.

Keller, Dr. **Robert,** Gymnasialrektor in **Winterthur,** Trollstr. 32.

Kiessling, Dr. L., Professor, Vorsteher der Kgl. Bayer. Saatzuchtanstalt in **Weihenstephan** b. Freising.

Killian, Dr. **Karl,** in **Proskau** (O. Schl.) Botan. Versuchsstation.

Kirchner, Dr. **O. von,** Geh. Hofrat, früher Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, in **München,** Georgenstr. 82.

Kirschstein, W., Lyzeallehrer in **Berlin-Pankow,** Neue Schönholzerstr. 13 II.

Klebahn, Dr. **H.,** Professor in **Hamburg 30,** Curschmannstr. 27.

Klebs, Dr. **Georg,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Heidelberg.**

Klein, Dr. **Edmund Jos.,** Professor d. Biologie in **Luxemburg,** Villa Flora am Äußeren Ring 20.

Klein, Gustav, Demonstrator am k. k. Pflanzenphysiol. Institut in **Wien XVII,** Geblergasse. 55.

Klein, Dr. **Ludwig**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2, Botanisches Institut.

Klein, Richard, stud. phil., Assistent an der Biologischen Versuchsanstalt in **Wien II**, Negerlegasse 4.

Klemt, Dr. **F.**, Oberlehrer in **Berlin-Lichtenberg**, Rathausstr. 7, II.

Klenke, Dr. **Heinrich**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Göttingen, z. Zt. in **Braunschweig**, Döringstr. 16 II.

Kneucker, **A.**, Redaktör der Allgemeinen botanischen Zeitschrift in **Karlsruhe** in Baden, Werderplatz 48.

Kniep, Dr. **Hans**, Professor der Botanik in **Würzburg**, Seelbergstr. 2 II.

Knischewsky, Dr. **Olga**, in Bad **Weilbach** b. Flörsheim a. M., Wirtschaftl. Frauenschule.

Knoll, Dr. **F.**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Wien III**, Rennweg 14.

Knudson, Dr. **Lewis**, Assistant Professor of Plant Physiology an dem New York State College of Agriculture der Cornell University in **Ithaca** N. Y. (U. S. A.)

Knuth, Dr. **Reinhard**, Oberlehrer in **Berlin-Wilmersdorf**, Wilhelmsaue 12, IV.

Koch, Dr. **Alfred**, Professor, Direktor des Landwirtschaftlich-Bakteriologischen Instituts an der Universität Göttingen, Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen**, Hainholzweg 20.

Koch, Dr. **L.**, Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg**, Sophienstr. 25.

Koehne, Dr. **E.**, Professor in **Berlin-Friedenau**, Wiesbadener Str. 84. II.

Koernicke, Dr. **Max**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Akademie in Poppelsdorf und der Universität in **Bonn**, Bonner Talweg 45.

Kolkwitz, Dr. **Richard**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, wissenschaftliches Mitglied der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene in **Berlin-Steglitz**, Rothenburgstr. 30.

Koriba, Dr. **K.**, in **Sapporo** (Japan) Botan. Institut der Universität.

Kornauth, Dr., Regierungsrat, Vorstand der k. k. Landwirtschaftlich-Bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in **Wien II/I**, Trummerstr. 1.

Korschelt, Dr. **P.**, Studienrat, Professor, Oberlehrer am Königl. Realgymnasium in **Zittau i. S.**, Königsstr. 21.

Krasser, Dr. **Fridolin**, o. Professor für Botanik, Warenkunde und technische Mikroskopie an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in **Prag I**, Hußgasse 5.

Kratzmann, Dr. **Ernst**, in **Wien VII**, Neubaugürtel 22.

Kraus, Dr. **C.**, Geh. Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **München**, Luisenstr. 24, II.

Krause, Dr. **Kurt**, Assistent am Königl. Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem.**

Kroemer, Dr. **Karl**, Professor, Vorstand der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

Krull, Rudolph, Apotheker in **Breslau X**, Rosenthaler Straße 45.

Kubart, Dr. **Bruno**, Privatdozent für Botanik und Assistent am Institut für systematische Botanik in **Graz.**

Kuckuck, Dr. **Paul**, Professor, Kustos für Botanik an der Biologischen Anstalt auf Helgoland, z. Z. **Berlin-Lichterfelde**, Hortensienstr. 9, I.

Küster, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an d. Universität, Herausgeber der „Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie“ in **Bonn a. Rh.**, Endenicher Allee 44.

Kuhn, Erik, stud. phil. in **Innsbruck**, Museumstr. 1.

Kumm, Dr., Professor, Direktor des Westpreußischen Provinzial-Museums in **Danzig**, Langemarkt 24.

Kuntzen, Dr. **Heinrich**, Assistent am Zoolog. Museum zu Berlin, in **Karlshorst**, Treskowallee 57A.

Kupper, Dr. **W.**, Kustos am Botan. Garten in **München**-Nymphenburg.

Kurssanow, L., Privatdozent in **Moskau**, Universität, Botan. Institut.

Kurtz, Dr. **Fritz**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in **Córdoba** (Argentinische Republik).

Kylin, Dr. **Harald**, Privatdozent an der Universität in **Upsala** (Schweden).

La Garde, Dr. **Roland**, in **Smichow** bei Prag 197, Kreuzherrengasse 7.

Lagerheim, Dr. **G. von**, Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm N**, Stockholms Högskola.

Laibach, Dr. **Fr.**, Oberlehrer in **Frankfurt a. M.**, Vogelweidstr. 14.

Lakon, Dr. **G.**, Abteilungsvorsteher an der Samenprüfungsanstalt der Kgl. Landw. Hochschule in **Hohenheim** b. Stuttgart.

Lakowitz, Dr. **C.**, Professor, Oberlehrer in **Danzig**, Frauengasse 26.

Land, Dr. **W. J. G.**, Assistant Professor of Botany an der Universität in **Chicago**, Deptm. of Botany.

Lande, **Max**, Verlagsbuchhändler in **Berlin-Schöneberg**, Mühlenstr. 8.

Langer, Dr. **Helene**, (Nothmann-Zuckerkandl) in Prag, Weinbergsgasse 3 a, z. Zt. k. u. k. Spital **Knittelfeld**, Steiermark.

Lauterbach, Dr. **C.**, Professor, Rittergutsbesitzer auf **Stabelwitz** bei Deutsch-Lissa.

Lehmann, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität in **Tübingen**, Lustnauer Allee.

Leick, Dr. **Erich**, Professor der Botanik an der Kaiserl. Osmanischen Universität in **Konstantinopel**.

Leick, Dr. **Marie**, geb. **Schultz** in **Konstantinopel**.

Leininger, Dr. **Hermann**, Professor am Großherzogl. Lehrerseminar in **Karlsruhe**, (Baden) Kaiserallee 115.

Leisering, Dr. **Bruno**, in **Berlin NO 43**, Am Friedrichshain 15.

Lemcke, Dr. **Alfred**, Direktor des Samenuntersuchungsamtes und der Pflanzenschutzstelle der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen in **Königsberg i. Pr.**, Beethovenstr. 24/26.

Lepeschkin, Dr. **W. Wlad.**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Laboratoriums und Gartens der Universität in **Kasan**, Privatadresse: Ljadskaja d. Molotkowa.

Lesage, Dr. **Pierre**, Professeur à la Faculté des Sciences in **Rennes**.

Lewitzki, **Gregorius**, Assistent am Botan. Laboratorium des Polytechnikums in **Kiew**.

Liebenberg, Dr. **Ad.** Ritter **von**, k. k. Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

Lieske, Dr. **Rudolf**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Heidelberg**, z. Zt. Städt. Krankenhaus in **Karlsruhe**.

Lilienfeld, Dr. **Fl.**, Assistentin am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem**.

Limberger, **Alfred**, stud. phil. in **Wien XVII**, Urbangasse 10.

Lindau, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent der Botanik, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde**, Moltkestraße 3.

Lindner, Dr. **Paul**, Professor in **Berlin N 65**, Seestraße 4, Institut für Gärungsgewerbe.

Linhart, Dr. **Georg**, Kgl. Rat, Professor an der Ungarischen Landwirtschaftlichen Akademie in **Ungarisch-Altenburg** (Magyar Ovar).

Linsbauer, Dr. **Karl**, Professor an der Universität in **Graz**, Pflanzenphys. Institut.

Linsbauer, Dr. **L.**, Professor der Botanik und Pflanzenpathologie a. d. höheren Lehranstalt für Wein- und Obstbau in **Klosterneuburg** bei Wien.

Lloyd, L. G., The Lloyd Library, **Cincinnati**, O. (U. S. A.), 309 West Court Street.

Löffler, Bruno, cand. phil. in **Innsbruck-Höffing**, Villa Frau Hitt, z. Zt. Ldstrm.. Militär-Ueberwachungsstelle Bahnpostamt I **München.**

Loesener, Dr. **Th.**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Humboldtstr. 28.

Löw, Käte, in Brünn (Mähren) Karlsglacis 3.

Lopriore, Dr. **Giuseppe**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor der Regia Stazione Sperimentale Agraria zu Modena, Herausgeber der „Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane" in **Modena.**

Losch, Dr. **Hermann**, Assistent am Botan. Institut d. Landw. Hochschule in **Hohenheim**, z. Zt. Kanonier 2. k. w. Ersatz-Bat. Fußart.-Regt. 13 beim Stab, Illkirchen i. E.

Ludwig, Dr. **Alfred**, Oberlehrer in **Forbach** (Lothr.), Schloßbergstr. 11.

Ludwigs, Dr. **Karl**, in **Victoria** (Kamerun), Bot. Garten, z. Zt. **Lüttringhausen** (Rheinland) Stursbergerhöhe 10.

Mac Kenney, Dr. **Randolph E. B.**, Professor, Expert im Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture. Adr. für Postsendungen: Cosmos Club, **Washington**, D. C. (U. S. A.).

Mac-Leod, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Gent** (Belgien).

Magnus, Dr. **Werner**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W**, Carlsbad 4a.

Mágocsy-Dietz, Dr. **Sándor**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Bot. Gartens in **Budapest VIII**, Illésu 25.

Maire, Dr. **R.**, Professor an der „Faculté des Sciences de l'Université" in **Algier.**

Mandekić. Dr. **V.**, Professor für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der höheren Landwirtschafts-Schule in **Križevac** (Kroatien).

Marloth, Dr. **Rudolf**, in **Kapstadt** (Süd-Afrika), P. O. box 359.

Martin, Dr. **Hermann** in **Heiligenstadt**, z. Zt. im Felde.

Mattirolo, Dr. **O.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Turin**, Valentino.

Mäule, Dr. **C.**, Professor, Rektor der Wilhelmsrealschule, Privatdozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Stuttgart**, Pfitzerstr. 11, I.

Maurizio, Dr. **A.**, Professor an der k. k. Technischen Hochschule in **Lemberg**, Botan. Institut.

Menzel, Dr. **Paul**, Sanitätsrat in **Dresden**, Mathildenstr. 46, I.

Meyer, Dr. **Arthur**, Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Marburg a. d. L.**, Botanisches Institut.

Meyer, Dr. **Fritz, Jürgen**, Assistent am Botanischen Institut in **Marburg a. L**, Orleanstr. 19.

Meyer, **K.**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Moskau**.

Miehe, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Landw. Hochschule Berlin in **Berlin-Lichterfelde-West**, Stubenrauchstr. 10.

Migula, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Forstlehranstalt in **Eisenach**, Richard-Wagner-Str. 3.

Mikosch, Dr. **C.**, Professor an der Technischen Hochschule in **Brünn**.

Mildbraed, Dr. **K.**, Kustos am Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem**.

Miliarakis, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Athen**, Rue Didot 12 A.

Miyake, Dr. **Kiichi**, Professor der Botanik, Botan. Institut d. Agricultur College d. Universität in **Tokio**, Japan.

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor der Botanik an der Universität in **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Möbius, Dr. **M.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Frankfurt a. M.**, Königsteiner Str. 52.

Möller, Dr. **Alfred**, Professor, Oberforstmeister, Direktor der Forstakademie in **Eberswalde**.

Moeller, Dr. **Herm.**, Professor, Privatgelehrter in **Göttingen**, Friedländer Weg 28.

Moewes, Dr. **Franz** in **Berlin SW 47**, Großbeerenstr. 27 a.

Molisch, Dr. **Hans**, wirkl. Mitglied der Kais. Wiener Akademie der Wissenschaft., Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts an der Universität in **Wien VIII**, Zeltgasse 2.

Mrazek, Dr. **August**, in **Zwittau** in Mähren, Realschule.

Mücke, Dr. **Manfred**, in **Erfurt**, Wilhelmstr. 36, I.

Müller, Dr. **Arno**, ständ. Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamt in **Berlin-Friedenau**, Wiesbadener Str. 11.

Müller, Dr. **Clemens** in **Berlin W 30**, Rosenheinerstr. 12 I.

Müller, Dr. **Fritz**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Leipzig**, Johannisallee 16, III.

Müller, Dr. **H. C.**, Professor, Direktor der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen in **Halle a. S.**, Karlstraße 10.

Müller, Dr. **Karl**, wissenschaftl. Hilfsarbeiter, zweiter Beamter an der Großherzogl. Bad. Landw. Versuchsanstalt in **Augustenberg** bei Durlach, Baden.

Müller, **Otto**, Inspektor am botan. Garten in **Straßburg i. E.**

Müller, Dr. **Rudolf**, Professor für Pharmakognosie an der Universität in **Graz** (Steiermark), Universitätsplatz 4.

Müller-Thurgau, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor der Deutschschweizerischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädenswil** bei Zürich.

Munk, Dr. **Max**, in **Kiel**, Botan. Institut der Universität, z. Zt. Adr.: Hauptlehrer Munk in **Mühlacker** (Württemberg).

Muschler, Dr. **R.**, in **Berlin-Steglitz**, Fichtestr. 23.

Muth, Dr. **F.**, Professor in **Oppenheim a. Rh.**

Nahmmacher, Dr. **O.**, Oberlehrer in **Berlin S**, Camphausenstr. 8, I.

Nathansohn, Dr. **Alexander**, Professor der Botanik an der Universität in **Leipzig**, Auenstr. 5, II.

Naumann, Dr. **Arno**, Professor, Dozent für Botanik an der Tierärztlichen Hochschule, Assistent am Kgl. Botanischen Garten und Lehrer für Botanik an der Gartenbauschule in **Dresden-A.**, Borsbergstr. 26, I.

Naumann, **Einar**, Assistent für Hydrobiologie d. Fischereivereins für Südschweden, Bot. Institut der Universität in **Lund** (Schweden).

Neger, Dr. **F. W.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Tharandt**, Sachsen.

Nêmec, Dr. **Bohumil**, Professor der Botanik an der Böhmischen Universität in **Prag V**, Slupy 433.

Nestler, Dr. **A.**, k. k. Regierungsrat, Professor der Botanik, Vorstand der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der Deutschen Universität in **Prag II**, Sluper Gründe.

Neumann, Dr. **M. P.**, Vorstand der chemischen Abteilung der Versuchsanstalt für Getreideverwertung in **Berlin N 65**, Seestraße 4a.

Neumayer, **Hans**, cand. phil. in **Wien I**, Kleeblattgasse 13.

Nevinny, Dr. **Joseph**, Professor in **Innsbruck**, k. k. Pharmakol. Institut, Anatomiestr. 1.

Niedenzu, Dr. **F.**, Geh. Reg.-Rat, Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** (Ostpreußen).

Niemann, **Gustav**, Mittelschullehrer in **Magdeburg-N.**, Augustastraße 18.

Nienburg, Dr. **Wilhelm**, in **Frohnau** (Mark), Alemannenstraße.

Nilsson, Dr. **Hjalmar**, Professor in **Svalöf** (Schweden).

Nilsson-Ehle, Dr. **H.**, Dozent an der Universität Lund, in **Svalöf** (Schwed.).

Noack, Dr. **Konrad**, in **Freiburg i. B.**, Silberbachstr. 5.

Noack, Dr. **Kurt**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Straßburg i. E.**

Nordhausen, Dr. **Max**, Professor der Botanik in **Marburg a. L.** Botanisches Institut.

Nordstedt, Dr. **O.**, Professor in **Lund**, Kraftstorg 10.

Oltmanns, Dr. **Friedrich**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor der Botanischen Anstalten, Redakteur der „Zeitschrift für Botanik“, in **Freiburg i. B.**, Jakobistraße 23.

Ostenfeld, Dr. **C. H.**, Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen O**, Sortedams Dossering 63 A.

Osterwald, **Carl**, Professor am Lessinggymnasium in **Berlin NW 52**, Spenerstraße 35.

Overton, Dr. **J. B.**, Professor am Botanical Department der Universität von Wisconsin in **Madison**, Wisc. (U. S. A.), Science Building.

Paál Dr. **Árpád**, Assistent d. k. ung. Versuchs-Station für Pflanzenphysiologie u. Pflanzenpathologie in **Budapest II.** Debröi-ut 17.

Paeckelmann, **Wolfgang**, Oberlehrer am Gymnasium in **Barmen**, Mozartstr. 7.

Palla, Dr. **Eduard**, Professor an der Universität in **Graz**, Schubertstraße 51, Botanisches Institut.

Pammel, **L. H.**, Ph. D., Professor der Botanik an dem Jowa State College of Agriculture in **Ames**, Jowa (U. S. A.).

Pantanelli, Dr. **Enrico**, Wirkl. Oberinspektor für Pflanzenkrankheiten am Landwirtschafts-Ministerium in **Rom**, Via S. Susanna 13.

Pascher, Dr. **A.**, Professor der Botanik an der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinbergsgasse 3a.

Paul, Dr. **Hermann**, Assessor der Kgl. Bayerischen Moorkulturanstalt in **München**, Königinstr. 3.

Pax, Dr. **Ferdinand**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Breslau IX**, Göppertstr. 2.

Pazschke, Dr. **O.**, in **Dresden-N.**, Arndtstr. 6, I.

Pechl, **Kuno**, stud. phil. in **Wien VII**, Neustiftgasse 71/15.

Peirce, Dr. **George James**, Professor of Botany and Plant Physiology an der **Leland Stanford Junior University**, Kalifornien (U. S. A.).

Peklo, Dr. **O. Jaroslav**, Privatdozent an der Böhmischen Universität in **Prag VI**, Slupy 433.

Perkins, Dr. **Janet**, in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Straße 6—8. Botanisches Museum.

Peter, Dr. **A.,** Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Göttingen,** Wilhelm-Weber-Str. 2.

Peters, Dr. **Leo,** Kaiserl. Technischer Rat. Ständiger Mitarbeiter an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Zehlendorf**-Mitte b. Berlin, Cecilienstr. 22.

Pfeffer, Dr. **W.,** Geh. Rat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts und Botan. Gartens in **Leipzig.**

Pfeiffer, Gustav, Universit.-Assistent in **Neustadt a. T.** (Böhmen).

Philipps, W. Reginald, M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

Pilger, Dr. **R.,** Professor, Kustos am Botan. Garten, Privatdozent an der Universität und Dozent für Botanik an der Techn. Hochschule zu Charlottenburg, in **Berlin-Steglitz,** Hohenzollernstraße 1.

Pillai, A. Raman, stud. rer. nat. aus Trivandrum, Travancore (Indien) in **Göttingen,** Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

Pirotta, Dr. **R.,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Rom,** Via Panisperna 89 B.

Plaut, Dr. **Menko,** Abteilungsvorsteher und Mikroskopiker a. d. K. Landw. Versuchsstation in **Hohenheim** (Württemberg).

Plümecke, Dr. **Otto,** Direktor des Lyzeums in **Berlin-Neukölln,** Berliner Straße 83.

Polowzow, Dr. **Warwara von,** in **St. Petersburg,** Botan. Laborat. d. Kais. Universität.

Porodko, Dr. **Th.,** Privatdozent in **Odessa,** Bot. Institut d. Universität.

Porsch, Dr. **Otto,** Professor an der k. k. Universität in **Czernowitz,** Botan. Institut.

Portheim, Leopold, Ritter von, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt der Kais. Akad. der Wissensch. in **Wien II,** k. k. Prater, Hauptallee.

Potter, M. C., M. A., Professor der Botanik am Durham College of Science in **Newcastle upon Tyne,** 14 Highbury, West Jesmond.

Poulsen, Dr. **Viggo A.,** Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität in **Kopenhagen V,** Rosenvængets Hovedvej 29.

Pringsheim, Dr. **Ernst,** Professor, Privatdozent in **Halle a. S.,** Fasanenstr. 3.

Pritzel, Dr. **Ernst,** Professor am Realgymnasium in **Berlin-Lichterfelde,** Hans-Sachs-Straße 4.

Pulle, Dr. **A.,** Professor der speziellen Botanik und der Pflanzengeographie an der Universität in **Utrecht** (Holland).

Puriewitsch, Dr. **Konstantin,** Professor der Botanik an der Universität in **Kiew,** Botanisches Institut, Reiterska 28.

Raatz, Dr. **Wilhelm,** Botaniker an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben** bei Magdeburg.

Rabbas, Dr. **P.,** Assistent an der Pflanzenphysiol. Versuchsstation der K. Gärtner-Lehranstalt zu **Berlin-Dahlem.**

Raciborski, Dr. **M. von,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Krakau.**

Radlkofer, Dr. **L.,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München,** Sonnenstraße 7, I.

Rasch, Dr. **Walter,** Assistent der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin,** z. Zt. Luftschiffer, Feldwetterwarte 11, Deutsche Feldpost 102.

Rawitscher, Dr. **F.,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Freiburg i. B.**

Rehder, Alfred, Assistent am Arnold-Arboretum in **Jamaica Plain,** Mass. (U. S. A.), 62 Orchard Str.

Rehsteiner, Dr. **Hugo,** Apotheker in **St. Gallen.**

Reiche, Dr. **Karl,** Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional in **Mexico,** D. F. Apartado 656.

Reinhardt, Dr. **M. Otto,** Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin W 50,** Augsburger Str. 9.

Reinitzer, Friedrich, Professor an der Technischen Hochschule in **Graz** (Steiermark).

Reinke, Dr. **Joh.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Kiel,** Düsternbrook 17.

Reitler, Dr. **Josef,** Pfarrer in **Hamm,** Post **Conz** (Rheinland).

Remer, Dr. **Wilhelm,** in **Bunzlau** in Schlesien.

Renner, Dr. **Otto,** a. o. Professor an der Universität in **München** Alfonsstr. 11, z. Zt. in **Ulm,** Olgastr. 96 I.

Richter, Dr. **Oswald,** Professor für Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität in **Wien XVIII,** Hofstattgasse 15.

Richter, Dr. **P.,** Professor an der Paul-Gerhardt-Schule in **Lübben** in der Lausitz.

Riehm, Dr. **Eduard,** Ständiger Mitarbeiter der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Rothenburgstr. 37.

Rikli, Dr. **Martin**, Professor, Dozent und Konservator der botanischen Sammlungen am Eidgenössischen Polytechnikum in **Zürich II**, Brandschenkesteig 12.

Rimbach, Dr. **A.**, Professor der Botanik am Instituto de Agronomía in **Montevideo** (Uruguay).

Rippel, Dr. **August**, Assistent an der Großherzogl. Badischen Landw. Versuchsanstalt in **Augustenberg** bei Durlach (Baden), Turmbergstr. 26.

Riß, Dr. **Marie Marthe**, in **Straßburg i. E.**, Vogesenstr. 47, II.

Robertson, **A. R.**, Lecturer in Botany an der Universität in **St. Andrews**, Schottland.

Rodewald, Dr. **Herm.**, Geh. Regierungsrat, Professor und Direktor des Landwirtschaftlichen Instituts in **Kiel**, Bartelsallee 20.

Rompel, Dr. **Josef**, S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).

Rosen, Dr. **Felix**, Professor der Botanik an der Universität in **Breslau XVI**, Tiergartenstr. 30.

Rosenberg, Dr. **O.**, Professor der Botanik an der Universität in **Stockholm**, Tegnérlunden 4.

Roshardt, Dr. **P. A.**, Gymnasiallehrer in **Stans** (Schweiz).

Ross, Dr. **H.**, Konservator am Botanischen Museum in **München** 38, Stievestr. 7.

Rößler, Dr. **Wilhelm**, Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Spreestraße 15, IV.

Roth, Dr. **Ernst**, Professor, Oberbibliothekar der Universitätsbibliothek in **Halle a. d. S.**, Hohenzollernstraße 13.

Roth, Dr. **Franz**, in **Godesberg** b. Bonn, Bismarckstr. 5.

Rübel, Dr. **E.**, in **Zürich V**, Zürichbergstr. 30.

Rudolph, Dr. **Karl**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinbergsgasse 3a.

Ruhland, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität in **Halle a. S.**, Schillerstr. 54.

Ruttner, Dr. **Franz**, Assistent an der Biologischen Station in **Lunz** (Nieder-Österreich).

Rywosch, Dr. **S.**, in **Straßburg i. E.**, Gustav-Klotz-Str. 1.

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua**.

Saida, Dr. **Kotaro**, Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Koisnikawa Doshinmashi Nr. 1.

Saito, Dr. **K.**, in **Dairen** (Dalny), Manchuria, the central laboratory of the South Manchuria Railway Co.

Sandt, Walter, stud. rer. nat. in **Löbau** Sa.

Saupe, Dr. **A.**, in **Dresden**, Kyffhäuserstraße 17.

Schade, Dr. **A.**, Gymnasiallehrer in **Dresden-A.**, Lindenaustraße 7.

Schaffnit, Dr. **E.**, Vorsteher des Instituts für Pflanzenschutz an der Kgl. Landwirtsch. Akademie in **Bonn-Poppelsdorf**, Nußallee 7.

Schander, Dr. **R.**, Professor, Vorstand der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg**.

Schellenberg, Dr. **H. C.**, Professor a. d. Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich V**, Hofstraße 63.

Schenck, Dr. **Heinrich**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Darmstadt**, Nikolaiweg 6.

Scherffel, **Aladár**, in **Igló**, Zips, Ober-Ungarn.

Schiemann, Dr. **Elisabeth** in **Potsdam**, Luckenwalderstr. 4.

Schikorra, Dr. **Georg**, Ständiges Mitglied des städtischen Untersuchungsamts für hygienische und gewerbliche Zwecke. in **Berlin-Wilmersdorf**, Wilhelmsaue 18, II.

Schikorra, Dr. **W.**, Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft in **Bromberg**.

Schilling, Dr. **Aug. Jg.**, Oberlehrer, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **Darmstadt**, Heinrichwingertsweg 55.

Schilling, Dr. **Ernst**, Hülfsassistent am botan. Institut d. Universität in **Münster, i. W.**

Schindler, Dr **Bruno** in **Grünberg** i. Schl.

Schinz, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Museums der Universität in **Zürich V**, Seefeldstraße 12.

Schips, Dr. **Martin** in **Schwyz** (Schweiz).

Schlicke, Dr. **A.**, in **Berlin-Niederschöneweide**, Berliner Str. 23.

Schlumberger, Dr. **O.**, Assistent an der Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.

Schmid, Dr. **Günther**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Jena**, Kasernenweg 11.

Schmidle, **W.**, Professor, Direktor der Oberrealschule in **Konstanz i. B.**, Waldstr. 15.

Schneider, Dr. **Fritz**, in **Klein-Wanzleben** b. Magdeburg, Zuckerfabrik.

Schneider, Dr. **J. M.**, in **Altstaetten**, Kt. St. Gallen, Schweiz.

Schober, Dr. **Alfred**, Professor, Schulrat für das höhere Schulwesen in **Hamburg 23**, Richardstraße 86.

Schönau, Dr. **Karl von**, Kustos am K. Kryptogamanenherbar in **München**, Lachnerstr. 2, I, r.

Schönland, Dr. **S.**, Curator of the Albany Museum in **Grahamstown**, Südafrika (Kapkolonie).

Schorler, Dr. **Bernhard**, Professor, Oberlehrer und Kustos des Herbariums der Technischen Hochschule in **Dresden-A.**, Krenkelstr. 34.

Schottländer, Dr. **Paul**, Rittergutsbesitzer in **Wessig** bei Klettendorf.

Schrenk, Hermann von, B. S., A. M., Ph. D., Botanical Garden in **St. Louis**, Mo. (U. S. A.).

Schröder, Dr. **Bruno**, Lehrer in **Breslau**, Sadowastraße 88, II.

Schroeder, Dr. **Dominicus**, Assistent an der Versuchsstation für Pflanzenschutz in **Halle a. S.**, Goethestr. 21.

Schroeder, Dr. **Henry**, Professor an der Universität, Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut in **Kiel**, Niemannsweg 61.

Schrodt, Dr. **Jul.**, Professor, Direktor der VII. Realschule in **Berlin SO 26**, Mariannenstraße 47, II.

Schröter, Dr. **C.**, Professor der Botanik an der Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich V**, Merkurstraße 70.

Schube, Dr. **Theodor**, Professor, Oberlehrer in **Breslau VIII**, Clausnitz-Straße 5.

Schüepp, Dr. **Otto**, in **Allschwil** bei Basel, Basler Straße 119.

Schütt, Dr **Franz**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und Museums in **Greifswald**.

Schulow, Dr. **Iwan**, Professor in **Moskau**, Landwirtsch. Hochschule.

Schultz, Richard, Oberlehrer in **Sommerfeld**, Reg.-Bez. Frankfurt a. O., Pförtner Straße 13.

Schulz, Dr. **A.**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Halle a. S.**, Albrechtstraße 10.

Schulz, Hermann, Lehrer in **Kassel**, Rothenditmolder Str. 14.

Schussnig, Bruno, Assistent für Botanik an der k. k. Zoologischen Station in Triest, z. Zt. **Wien III**, Rennweg 14, k. k. Bot. Institut.

Schwarz, Dr. **Frank**, Geh. Reg.-Rat. Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde**, Neue Schweizer Straße 21.

Schwarze, Dr. **Curt**, wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Institut für allgemeine Botanik in **Hamburg**, z. Zt. Stabsapotheker d. Res. Tr. Pl. Zeithain, Reservelazarett-Direktion.

Schwede, Dr. **Rudolf**, Privatdozent, Assistent am Botanischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule in **Dresden-A.**, Gutzkowstr. 28.

Schweinfurth, Dr. **Georg**, Professor in **Berlin-Schöneberg**, Kaiser-Friedrich-Straße 8.

Schwendener, Dr. **S.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10**, Matthäikirchstraße 28.

Seckt, Dr. **Hans**, Profesor del Instituto Nacional del Profesorado Secundario in **Buenos Aires** (Argentinien), Belgrano, Superí 1830.

Seeger, Dr. **Rudolf**, in **Innsbruck**, Bot. Institut der Universität.

Seeliger, Dr. **Rud.**, Assistent a. d. Kais. Biol. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 19.

Senft, Emanuel, Mag. Pharmac. Dozent, k. k. Oberinspektor und Abteilungsleiter an der k. k. Landw.-chem. Versuchsstation in **Wien II**, Schüttelstr. 71.

Senn, Dr. **Gustav**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Basel**, Schönbeinstr. 6.

Sernander, Dr. **Rutger**, Professor der Botanik in **Uppsala.**

Seydel, Dr. **Richard**, auf Farm **Nudis** bei Kubas (Deutsch-Südwestafrika).

Shibata, Dr. **K.**, Professor in **Tokio** (Japan) Koishikawa, Kobinatadaimachi I, 1.

Shull, Dr. **Geo. H.**, Professor der Botanik und Entwickelungslehre an der Universität in **Princeton** N. J. (U. S. A.).

Sieben, **Hubert**, Techniker am Botan. Institut der Universität in **Bonn.**

Sierp, Dr. **Hermann**, Privatdozent f. Botanik an d. Universität in **Tübingen**, Oesterberg 2.

Simon, Dr. **Friedrich**, Professor, Oberlehrer in **Frankfurt a. M.** Im Heimgarten 6.

Simon, Dr. **Joseph**, Professor, 1. Assistent am K. Botan. Garten in **Dresden-A.**, Stübelallee 2.

Simon, Dr. **Siegfried**, Privatdozent für Botanik in **Göttingen**, Nikolausberger Weg 53.

Singer, Dr. **Max**, Professor am Deutschen Staats-Gymnasium in **Prag**, Königliche Weinberge.

Skene, **Macgregor**, B. Sc., Botanical Department the University in **Aberdeen**, Schottland.

Snell, Dr. **Karl**, Société khed. d'Agric. à Bahtim in **Matarich** (Kairo), Ägypten, z. Z. Adr. **Brandenburg a. H.**, Packhofstr. 2.

Solereder, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Erlangen**, Botan. Garten.

Sonder, Dr. **Chr.**, Apothekenbesitzer in **Oldesloe** (Holstein).

Späth, Dr. **Hellmut**, Baumschulenbesitzer in **Berlin-Baumschulenweg**, Späthstr. 1.

Sperlich, Dr. **Adolf**, a. o. Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck**, Kaiser-Wilhelm-Str. 16.

Spieckermann, Dr. **A.**, Professor, Vorsteher der Bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation in **Münster i. W.**, Plöniesstr. 5, I.

Spisar, Dr. **Karl**, Direktor der Landw. Landesversuchsanstalt in **Brünn** (Mähren).

Staehelin, **Marcus**, cand. phil. in **Basel**, Rheinfelderstr. 33.

Stahl, Dr. **Ernst**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Jena**.

Stameroff, Dr. **Kyriak**, Dozent der Botanik an der Universität zu **Odessa**, Puschkinskajastr. 8, Wohnung 15.

Stark, Dr. **Peter**, Assistent am Botan. Institut in **Leipzig**, Linnéstraße 1.

Steinbrinck, Dr. **C.**, Professor am Realgymnasium in **Lippstadt**.

Steiner, **Rudolf**, k. k. Gymnasialprofessor in **Prag II**, Stephansgasse 20.

Steyer, Dr. **Karl**, Professor, Oberlehrer, Leiter der Staatlichen Pflanzenschutzstelle und Konservator des Naturhist. Museums in **Lübeck**, Fritz Reuterstr. 1.

Stiefelhagen, Dr. **Heinz**, in **Weißenburg i. E.**

Stoklasa, Dr. **Julius**, Hofrat, Professor und Direktor der Chemisch-Physiologischen Versuchsstation der Böhmischen Technischen Hochschule in **Prag**, Villa Gröbe.

Stoppel, Dr. **Rose**, in **Hamburg**, Institut für allgemeine Botanik.

Straszewski, **Heinrich v.**, in **München**, Luisenstr. 45, II.

Strauß, **H. C.**, Obergärtner am Botanischen Garten in **Berlin-Dahlem**.

Strecker, Dr. **Emil**, in **Brünn** (Mähren) Scheffelgasse 12.

Strigl, Dr. **Max**, in **Urfahr** bei Linz a. D., Oberösterreich, Collegium Petrinum, z. Zt. **Gleink**, (Ob. Oesterr.)

Suchlandt, **Otto**, mag. pharm. in **Davos** (Schweiz) Rhätische Apotheke.

Svedelius, Dr. **Nils Eberhard**, Professor der Botanik an der Universität in **Uppsala** (Schweden), Botan. Institut.

Szücs, Dr. **Joseph**, in **Magiar-Ovar** (Ungarn), Pflanzenphysiolog. Versuchsanstalt.

Tahara, Dr. **M.**, in **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Tanaka, Dr. **Ch.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Seidenbau und Spinnerei in **Uyeda**, Schinano (Japan).

Ternetz, Dr. **Charlotte**, in **Basel**, Feldbergstr. 118.

Tessendorff, **Ferdinand**, Oberlehrer am Helmholtz-Realgymnasium zu Schöneberg, in **Berlin-Steglitz**, Grillparzerstraße 16.

Thomas, Dr. **Fr.**, Professor, emerit. Oberlehrer am Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf**, Hohenlohestr. 14.

Thoms, Dr. **Hermann**, Geh. Regierungsrat, Professor, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität zu Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Hohenzollernstr. 6.

Thost, Dr. **R.**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Wilhelmstr. 27.

Thum, Dr. **Emil**, k. k. Realschulprofessor in **Rosenthal I**, 270 bei Reichenberg (Böhmen).

Tiesenhausen, Dr. **Manfred, Freiherr von**, Assistent am Kaiser-Wilhelms-Institut in **Bromberg.**

Tiegs, Dr. **E.**, in **Berlin-Steglitz**, Bismarckstr. 66.

Timpe, Dr. **H.**, Oberlehrer in **Hamburg-Eimsbüttel**, Am Weiher 29.

Tischler, Dr. **Georg**, Professor der Botanik und Direktor d. Botan. Instituts und Gartens an der Technischen Hochschule in **Braunschweig**, Bodestr. 46. Vom 1. September ab an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Hohenheim.

Tjebbes, Dr. **K.**, in **Roelofsplaan**, Huizen, N.-H. (Holland).

Tobler, Dr. **Friedrich**, a. o. Professor der Botanik und Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut der Universität in **Münster i. W.**, Langenstraße 17.

Tobler-Wolff, Dr. **Gertrud**, in **Münster i. W.**, Langenstr. 17.

Tokugawa, Dr. **Y.**, Marquis, in **Tokio**, Azabu, Fujimicho 33.

Toni, Dr. **G. B. de**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens, Lauréat de l'Institut de France, Herausgeber der „Nuova Notarisia“, in **Modena.**

Tröndle, Dr. **Artur**, Privatdozent a. d. Universität in **Zürich 7**, Höhenweg 16.

Trow, Dr. **A. H.**, Professor der Botanik am University College of South-Wales and Monmouthshire in **Penarth**, Cardiff, 50 Clive Place.

Tschermak, Dr. **Erich, Edler v. Seysenegg**, Professor der Pflanzenzüchtung an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.

Tschirch, Dr. **Alexander**, Professor der Pharmakognosie, pharmazeutischen und gerichtlichen Chemie, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität in **Bern.**

Tswett, Dr. **Michael**, Professor am Polytechnischen Institut in **Warschau**, Mokotowska 9.

Tubeuf, Dr. **Carl, Freiherr von**, Regierungsrat, Professor der Anatomie, Physiologie und Pathologie der Pflanzen an der Universität in **München**, Habsburger Str. 1.

Tunmann, Dr. **Otto**, Privatdozent der Pharmakognosie in **Bern**, Beundenfeldstr. 3.

Tuzson, Dr. **J.**, Professor der systematischen Botanik und Pflanzengeographie an der Universität in **Budapest.**

Ubisch, Dr. **Gerta von**, in **Petkus** (Mark) bei Luckenwalde.

Uhlworm, Dr. **Oskar**, Geh. Regierungsrat, Professor, Leiter des deutschen Bureaus der Internationalen Bibliographie der Naturwissenschaften, Redakteur der „Beihefte zum Botanischen Centralblatt“, Chefredakteur des „Centralblatts für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten“, in **Berlin W 15,** Hohenzollerndamm 4.

Urban, Dr. **Ign.,** Geh. Regierungsrat, Professor, in **Berlin-Lichterfelde-W,** Asternplatz 2.

Ursprung, Dr. **Alfred,** Professor der Botanik an der Universität in **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

Vöchting, Dr. **H. von,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Tübingen.**

Voigt, Alban, in **Dresden-A.,** Bayreuther Straße 31.

Voigt, Dr. **Alfred,** Professor, Direktor des Instituts für angewandte Botanik in **Hamburg VII,** Wandsbeker Stieg 13.

Volkart, Dr. **A.,** Assistent an der Eidgenössischen Samenkontrollstation in **Zürich IV,** Frohburgstraße.

Voß, Dr. **W.,** Oberlehrer in **Itzehoe** (Holstein), Friedrichstr. 45.

Votsch, Dr. **Wilhelm,** Oberlehrer in **Delitzsch,** Eilenburger Str. 58.

Vouk, Dr. **Vale,** Professor für Botanik, Direktor d. Kgl. Botan. Gartens und des Bot.-physiol. Instituts der Königl. Franz-Joseph-Universität in **Agram** (Zagreb), Kroatien.

Wächter, Dr. **Wilhelm,** Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft, in **Berlin-Steglitz,** Düntherstr. 5, p.

Wager, Harold, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, in **Leeds** (England), Horsforth Lane, Far Headingley.

Wagner, Dr. **Adolf,** Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck,** Feldgasse 14.

Wahl, Dr. **Carl von,** Großherzogl. Bad. Versuchsanstalt Augustenberg bei **Durlach** (Baden), Moltkestr. 9.

Wangerin, Dr. **W.,** Dozent an der Technischen Hochschule in **Danzig-Langfuhr,** Kastanienweg 7.

Warburg, Dr. **O.,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Lehrer am Orientalischen Seminar, in **Berlin W,** Uhlandstraße 175.

Weber, Dr. **C. A.,** in **Bremen,** Friedrich-Wilhelm-Str. 24.

Weber, Dr. **Friedl,** Assistent am Pflanzenphysiol. Institut in **Graz,** Schubertstr. 53.

Wehmer, Dr. **C.,** Professor, Dozent an der Technischen Hochschule, Vorstand der Bakteriologischen Abteilung des Technisch-Chemischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule, Herausgeber des „Mycologischen Centralblattes“, in **Hannover**, Alleestraße 35.

Wehrhahn, W., Lehrer in **Hannover**, Im Moore 26.

Weis, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Kopenhagen.**

Weiß, Dr. **Fr. E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester.**

Weiße, Dr. **Arthur**, Professor, Gymnasialoberlehrer in **Zehlendorf** (Wannseebahn) bei Berlin, Annastr. 11.

Went, Dr. **F. A. F. C.**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Utrecht** (Holland).

Werth, Dr. **Emil**, Professor, ständ. Mitarbeiter a. d. Kais. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem in **Berlin-Wilmersdorf**, Binger Str. 17.

Westling, Dr. **R.**, Laborator am Pharmazeutischen Institut in **Stockholm**, Vallingsgatan 26.

Wettstein, Dr. **Richard**, **Ritter von Westerheim**, Hofrat, Professor und Direktor des Botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Herausgeber der Österreichischen botan. Zeitschrift, in **Wien III**, Rennweg 14.

Wetzel, **Curt**, Seminaroberlehrer in **Leipzig-Connewitz**, Kgl. Lehrerseminar.

Wiedersheim, Dr. **Walther**, in **Hemigkofen-Nonnenbach** a. Bodensee (Württemberg).

Wieler, Dr. **A.**, Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen**, Nizza-Allee 71.

Wilhelm, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Bodenkultur, in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

Willis, **John C.**, Direktor des Bot. Gartens in **Rio de Janeiro.**

Wilson, **William Powell**, Direktor of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S. A.).

Wimmer, **Christian**, Demonstrator am Pharmakognost. Institut der k. k. Universität in **Wien.**

Windel, Dr. **Erich**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Berlin-Dahlem**, z. Zt. Adr. Bergwerksdirektor Friedrich Stolz, Charlottenburg, Bismarckstr. 45III.

Winkelmann, Dr. **J.**, Professor, in **Stettin**, Pölitzer Straße 85, III.

Winkler, Dr. **Hans**, Professor, Direktor des Botan. Gartens und des Instituts für allgemeine Botanik, in **Hamburg**, Woldsenweg 12.

Wirtgen, **Ferd.**, Rentner in **Bonn**, Niebuhrstr. 55.

Wislouch, Dr., Privatdozent der Botanik an der Medizinischen Frauenhochschule in **St. Petersburg.**

Wißmann, Apotheker in **Geisenheim** (Rheingau), Landstr. 47.

Wittmack, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Universität, in **Berlin NW**, Platz am Neuen Tor 1.

Włodek, Dr. **Johann von**, in **Krakau** (Gałizien), Pedzichów-boczna 5.

Wollenweber, Dr. **W.**, in **Washington** (U. S. A.), Dep. of Agr. Lab. of Plant Industry, z. Zt. **Berlin-Dahlem**, k. biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft.

Wortmann, Dr. **J.**, Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der Versuchs- und Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu **Geisenheim a. Rh.**

Wulff, Dr. **Eugen**, in **Moskau**, Sretenka. M. Golowin pereulok 5.

Yamanouchi, Dr. **Shigeo**, Prof. of Botany, the University of **Chicago** Ill. (U. S. A.)

Yapp, **R. H.**, Professor am University College in **Aberystwyth** (Wales).

Zahlbruckner, Dr. **A.**, Leiter der Botanischen Abteilung des Naturhistor. Hofmuseums in **Wien I**, Burgring 7.

Zander, **A.**, Professor, Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium in **Berlin-Halensee**, Westfälische Straße 59, III.

Zeijlstra, **Fzn.** Dr. **H. H.**, Direktor des „Kolonial Landbouw. Museum, in **Deventer** (Holland), Zwolsche Weg 65.

Zikes, Dr. **Heinrich**, Privatdozent an der k. k. Universität, Professor und Direktorstellvertreter an der Österr. Akademie für Brauindustrie in **Wien XVIII**, Michaelerstr. 25.

Zimmermann, Dr. **Albrecht**, Professor, Botaniker an der Biologischen Station **Amani**, Poststation Tanga (Deutsch-Ostafrika).

Verstorben.

Heering, D. **Wilhelm**, Kustos am Herbarium und Assistent am Institut für allgemeine Botanik in **Hamburg**. Im Kriege gefallen am 26. Mai 1916.

Kny, Dr. **L**. Geh. Regierungsrat ord. Honorarprofessor d. Bot. a. d. Universität Berlin, früher Direktor des Pflanzenphysiol.Institutes und etatmäßiger Professor a. d. Landw. Hochschule in **Berlin**. Verstarb am 26. Juni 1916.

Luerssen, Dr. **Chr.**, Geh Reg.-Rat, früher als Professor d. Botanik an der Universität Königsberg, in **Charlottenburg**. Verstarb am 3. Juli 1916.

Schubert, Dr. **O.**, Assistent der Rebenveredlungsstation in **Geisenheim a. Rh.** Verstarb infolge einer schweren Verwundung im Kriege am 18. Sept. 1916.

Wiesner, Dr. **Julius Ritter von**, k. k. Hofrat, emer. Professor der Anatomie u. Physiologie der Pflanzen, Direktor des Planzenphysiol. Instituts der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Wien**. Verstarb am 12. Oktober 1916.

Oliver Daniel, Professor der Botanik in **Kew** b. London. Verstarb am 16. Dezember 1916.

Volkens, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, Berlin. Verstarb am 10. Jan. 1917.

Andrée, **Ad.**, Apothekenbesitzer in **Hannover**. Verstarb am 25. Febr. 1917.

Müller, Dr. **Otto**, Professor in **Charlottenburg**. Verstarb am 29. März 1917.

Register zu Band XXXIV.

I. Geschäftliche Mitteilungen.

Seite

Sitzung vom 28. Januar 1916 1

Sitzung vom 25. Februar 1916 33

(Adresse an Herrn Prof. HIERONYMUS zur Feier seines 70. Geburtstages. Antwortschreiben an den Vorsitzenden 33

Herr LINDNER legt einen Atlas mit photographischen Aufnahmen von im Gärungsgewerbe gebräuchlichen Hölzern und ihren Pilzbewohnern vor) 36

Sitzung vom 31. März 1916 153

(Herr DUYSEN zeigt Kulturen von *Merulius sclerotiorum)*

Sitzung vom 28. April 1916 223

Sitzung vom 26. Mai 1916 286

(Mitteilung über die Generalversammlung. 285

Adresse an Herrn Prof. DINGLER zu seinem 70. Geburtstage) . 286

Sitzung vom 30. Juni 1916 355

(Mitteilung des Vorsitzenden, daß er im Namen des Vorstandes ein Glückwunschschreiben an Herrn Oberlehrer GEISENHEYNER in Kreuznach zu dessen 75. Geburtstag gesandt hat.

Antwortschreiben des Herrn Prof. DINGLER.)

Sitzung vom 28. Juli 1916 421

(Mitteilung, betr. Wahl einer Kommission für die Bearbeitung von Fragen über Hebung der Produktion an Speisepilzen.

Mitteilung daß von Herrn GEISENHEYNER ein Dankschreiben eingelaufen ist.

Herr LINDNER legt eine größere Zahl Tafeln vor, die er durch Vergrößerung seiner Mikrophotogramme oder von Zeichnungen hatte anfertigen lassen. 422

Herr HERTER berichtet über seine Färbemethode zum Nachweis der Kartoffelprodukte im Brot. (Mit Tafel XIV.) 423

Sitzung vom 27. Oktober 1916 471

(Mitteilung über das 60jährige Doktorjubiläum Geh.-Rat SCHWENDENERs und das 50jährige Doktorjubiläum Prof. WINKELMANNs.

Glückwunschschreiben des Vorstandes an Herrn Geh.-Rat ENGLER zur Feier seines 50jährigen Doktorjubiläums 472

Dankschreiben Geh.-Rat ENGLERs 473

Mitteilung über die Wahl des Berliner Vorstandes für 1917) . . 474

Sitzung vom 27. November 1916 665

Sitzung vom 29. Dezember 1916 801

(Mitteilung des Vorsitzenden über den 80. Geburtstag Professor SCHWEINFURTHs.

Ergebnis der Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und des Ausschusses für 1917.)

Seite
Bericht über den Stand der Gesellschaft im Jahre 1916 . . . . (1)
Rechnungsablage für das Jahr 1915 . . . . (3)
Verzeichnis der Pflanzennamen . . . . (107)
Mitgliederliste . . . . (125)

2. Nachrufe.

Max Schulze von H. DINGLER (mit Bildnis) . . . . (5)
Gyula Klein von GY. VON ISTVÁNFFI DE CSIKMADEFALVA . . . . . . (14)
Friedrich Hildebrand von C. CORRENS (mit Bildnis) . . . . (28)
Paul Sorauer von L. WITTMACK (mit Bildnis) . . . . (50)
Leopold Kny von W. MAGNUS (mit Bildnis) . . . . (58)
Julius von Wiesner von HANS MOLISCH (mit Bildnis) . . . . (71)
Daniel Oliver von HANS SCHINZ . . . . (100)

---

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Bachmann, E.: Ein kalklösender Pilz (mit Tafel XVI.) 581
Blum, G.: Siehe URSPRUNG, A. 88
— — „ „ 105
— — „ „ 128
— — „ „ 525
— — „ „ 539
Boas, F.: Jodbläuende stärke- und zelluloseähnliche Kohlehydrate bei Schimmelpilzen als Folge der Wirkung freier Säuren. (Mit 3 Abbildungen im Text.) 786
Braun, R.: Siehe FÜNFSTÜCK, M. 160
Bubák, Fr.: Systematische Untersuchungen einiger Farne bewohnenden Pilze. (Mit Doppeltafel VII. und VIII.) 295
Buder, Johannes: Zur Frage des Generationswechsels im Pflanzenreiche 559
Diels, L.: Käferblumen bei den Ranales und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Angiospermen. (Mit 4 Abbildungen im Text.) . 758
Dittrich, G.: Ein Todesfall nach dem Genuß von *Inocybe frumentacea* (Bull.) Bres. 424
— — Ermittelungen über die Pilzvergiftungen des Jahres 1916 . . . 719
Erban, Margarete: Über die Verteilung der Spaltöffnungen in Beziehung zur Schlafstellung der Blätter 880
Eriksson, Jakob: Wie entsteht die Krautfäule, *Phytophthora infestans* (Mont.) de By., auf der neuen Kartoffelvegetation? (Vorläufige Mitteilung) 864
Fünfstück, M. und **Braun, R.:** Zur Mikrochemie der Droseraceen. . . . 160
Geisenheyner, Ludw.: Teratologisches und Blütenbiologisches. (Mit 6 Abbildungen im Text.) 775
Giesenhagen, K.: Über eine gallenartige Bildung an *Antrophyum semicostatum* Bl. (Mit Tafel XXII. und 1 Textfigur.) 802
Grüß, J.: Die Kalkwurzeln von Woltersdorf. (Mit Tafel XIII und 1 Abbildung im Text) 456
Hanausek, T.: Über die Abstammung der Para-Piassave. (Mit 3 Abbildungen im Text.) 247

Seite

Harms, H.: Über die Blütenverhältnisse und die systematische Stellung der Gattung *Cercidiphyllum* Sieb. et Zucc. (Mit Tafel V. und 1 Textfigur.) 272

— — Über abnorme Blüten von *Aucuba japonica* Thunb. (Mit 1 Abbildung im Text.) 346

Heilbronn, Magda: Die Spaltöffnungen von *Camellia japonica* L. (*Thea japonica* Nois.) Bau und Funktion. (Mit 4 Abbildungen im Text.) 22

Heinricher, E.: Aufzucht der Zwergmistel (*Arceuthobium Oxycedri* (DC.) MB. im Freilande des Innsbrucker Botanischen Gartens 673

— — Über die geotropischen Reaktionen unserer Mistel. (*Viscum album* L.) (Mit Tafel XXIII und 3 Abbildungen im Text . . . 818

Heribert-Nilsson, N.: Eine mendelsche Erklärung der Verlustmutanten . 870

Jülg, Elfriede: Über das angebliche Vorkommen von Bakterien in den „Wurzelknöllchen“ der Rhinanthaceen. 427

Küster, Ernst: Beiträge zur Kenntnis des Laubfalles 184

Kuhn, Erik: Dunkelkeimer und Substrat 369

Kylin, Harald: Über den Bau der Spermatozoiden der Fucaceen. (Mit Tafel II.) 194

— — Über die Befruchtung und Reduktionsteilung bei *Nemalion multifidum*. (Mit 7 Abbildungen im Text.) 257

Lakon, Georg: Über die jährliche Periodizität panachierter Holzgewächse. (Mit 3 Abbildungen im Text.) 639

Leick, Erich: Eigenwärmemessungen an den Blüten der „Königin der Nacht.“ (Vorläufige Mitteilung.) 14

Lindner, P.: Eine nochmalige Nachprüfung des Verhaltens zweier *Phycomyces*stämme gegenüber verschiedenen Zuckerarten und ihres Zygosporenbildungsvermögens. (Mit 4 Abbildungen im Text.) 448

— — Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatten bei mikrophotographischen Aufnahmen. (Mit Tafel XII. und 3 Abbildungen im Text.) 453

Lingelsheim, Alexander: Über einige Ascidienbildungen der Blätter von *Magnolia*. (Mit Tafel X.) 392

— — Die Fluoreszenz wässeriger Rindenauszüge von Eschen in ihrer Beziehung zur Verwandtschaft der Arten. (Mit 1 Abbildung im Text.) 665

Losch, Hermann: Über die Variation der Anzahl der Sepalen und der Hüllblätter bei *Anemone nemorosa* L. und über den Verlauf der Variation während einer Blütenperiode nebst einigen teratologischen Beobachtungen. (Mit Tafel XI.) 396

— — Übergangsformen zwischen Knospenschuppen und Laubblättern bei *Aesculus Hippocastanum* L. Ein Beitrag zur Frage der direkten Anpassung. (Mit 17 Abbildungen im Text.) 676

Meves, Friedrich: Die Chloroplastenbildung bei den höheren Pflanzen und die Allinante von A. MEYER 333

Meyer, Arthur: Die Allinante. Zugleich eine Antwort auf die Darstellung von GUILLERMOND im 32. Bande dieser Berichte S. 282. . . . 168

— — Ein interessanter geringelter Baum. (Mit 2 Abbildungen im Text.) 661

Miehe, Hugo: Über die Knospensymbiose bei *Ardisia crispa* 576

Möbius, M.: Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Salvinia*. (Mit Tafel IV.) 260

Seite

Molisch, Hans: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 2: Über orangefarbige Hydathoden bei *Ficus javanica.* (Mit 4 Abbildungen im Text 66
— — Nr. 3: Über den braunen Farbstoff „goldgelber" Weinbeeren. (Mit 3 Abbildungen im Text.) 69
— — Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 4: Über organische Kalkkugeln und über Kieselkörper bei *Capparis.* (Mit Tafel I) . . 154
— — Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze: Nr. 5: Über den Nachweis von gelösten Kalkverbindungen mit Soda. (Mit Tafel VI). . . 288
— — Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 6: Über den Nachweis von Kalk mit Kalilauge oder einem Gemisch von Kalilauge und kohlensaurem Kali. (Mit Tafel IX.) 357
— — Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 7: Über das Serratulin 554
Müller, Karl: Über Anpassungen der Lebermoose an extremen Lichtgenuß. (Mit 5 Abbildungen im Text.) 142
— — Zur geographischen Verbreitung der europäischen Lebermoose und ihrer Verwertung für die allgemeine Pflanzengeographie. (Vorläufige Mitteilung.) 212
Naumann, Einar: Einige Gesichtspunkte zur Technik und Verwertung der Schattenbilder. (Mit 3 Abbildungen im Text.). 807
— — Über die Anwendung der Aufhellmethoden in der Technik der Schattenbildphotographie. (Mit 2 Abbildungen im Text.) . . . 814
Neger, F. W.: Über die Ursachen der für akute Rauchschäden charakteristischen Fleckenbildung bei Laubblättern. (Mit 1 Abbildung im Text.) 386
Nordhausen, M.: Über die Saugkraft transpirierender Sprosse. (Mit 1 Abbildung im Text.). 619
Odén, Sven: Zur Frage der Azidität der Zellmembranen 648
Oehlkers, Friedrich: Beitrag zur Kenntnis der Kernteilungen bei den Charazeen. (Mit 1 Abbildung im Text.). 223
Pascher, A.: Über die Kreuzung einzelliger, haploider Organismen: *Chlamydomonas.* (Mit 5 Abbildungen im Text.) 228
— — Zur Auffassung der farblosen Flagellatenreihen 440
Porsch, Otto: Der Nektartropfen von *Ephedra campylopoda* C. A. Mey. . 202
Reinke, J.: Bemerkungen zur Vererbungs- und Abstammungslehre . . . 37
Renner, O.: Die tauben Samen der Oenotheren 858
Schröder, Bruno: *Melosira Roeseana* Rabenh., eine „leuchtende" Bacillariacee 796
Schüepp, Otto: Beiträge zur Theorie des Vegetationspunktes. (Mit Doppeltafel XXV. und 4 Abbildungen im Text) 847
Schulz, A.: Über den Nacktweizen der alten Ägypter. (Mit 3 Abbildungen im Text.) 601
— — Über die nackte und die beschalte Saatgerste der alten Ägypter. (Mit Tafel XVIII.) 607
— — Der Emmer des alten Ägyptens. (Mit Tafel XIX.) 697
— — Über einen Fund von hallstattzeitlichen Roggenfrüchten in Mitteldeutschland. (Mit 4 Textfiguren.) 890
Senft, Emanuel: Beitrag zur Anatomie und zum Chemismus der Flechte *Chrysothrix Nolitangere* Mont. (Mit Taf. XVII.) 592
— — Über die sogenannten „Inklusen" in der *„Glyzyrrhiza glabra* L." und über ihre Funktion. (Mit Tafel XX.). 710

Seite

Staehelin, M.: Zur Cytologie und Systematik von *Porphyridium cruentum* (Naegeli). (Mit 4 Textfiguren.) 893

Stark, Peter: Untersuchungen über Traumatotropismus. Vorläufige Mitteilung. (Mit 11 Abbildungen im Text.) 492

Stomps, Theo. J.: Über Vergrünung der Blüte bei *Solanum Lycopersicum.* (Mit 1 Abbildung im Text.) 488

Suchlandt, Otto: Dinoflagellaten als Erreger von rotem Schnee. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit 1 Abbildung im Text und Tafel III.). 242

Urban, Ign.: Über Ranken und Pollen der Bignoniaceen. (Mit Tafel XXI) 728

Ursprung, A.: Auftrieb und Stofftransport 412

— — Dritter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. (Mit Tafel XV.) 475

— — und **Blum, G.:** Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze 88

— — — — — Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes. (Mit 3 Abbildungen im Text.) 105

— — — — — Über den Einfluß der Außenbedingungen auf den osmotischen Wert 123

— — — — — Zur Methode der Saugkraftmessung 525

— — — — — Zur Kenntnis der Saugkraft 539

Vries, Hugo de: Über die Abhängigkeit der Mutations-Koeffizienten von äußeren Einflüssen 2

Weber, Friedl: Über das Treiben der Buche. (Mit 1 Abbildung im Text.) 7

— — Über eine einfache Methode die Wegsamkeit der Lenticellen für Gase zu demonstrieren. Gasdiffusionsmethode. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit 2 Abbildungen im Text.) 73

— — Über eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen. Gasdiffusinsmethode 174

— — und **Gisela:** Die Temperaturabhängigkeit der Plasmaviskosität. (Vorläufige Mitteilung.) 836

Wehmer, C.: Einige Holzansteckungsversuche mit Hausschwammsporen durch natürlichen Befall im Keller. (Mit 2 Abbildungen im Text.) 82

Wettstein, R. von: Das Abschleudern der männlichen Blüten bei *Mercurialis.* (Mit Tafel XXIV und 2 Abbildungen im Text.) . . 829

Wieler, A.: Über Beziehungen zwischen der schwefligen Säure und der Assimilation 508

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I zu **Hans Molisch,** Erklärung auf Seite 160.
Tafel II zu **Harald Kylin,** Erklärung auf Seite 201.
Tafel III zu **Otto Suchlandt,** Erklärung auf Seite 246.
Tafel IV zu **M. Möbius,** Erklärung auf Seite 256.
Tafel V zu **H. Harms,** Erklärung auf Seite 283.
Tafel VI zu **Hans Molisch,** Erklärung auf Seite 295.
Tafel VII zu **Fr. Bubák,** Erklärung auf Seite 331.
Tafel VIII zu **Fr. Bubák,** Erklärung auf Seite 331.
Tafel IX zu **Hans Molisch,** Erklärung auf Seite 363.
Tafel X zu **Alexander Lingelsheim,** Erklärung auf Seite 395.
Tafel XI zu **Hermann Losch,** Erklärung auf Seite 411.

Tafel XII zu **P. Lindner**, Erklärung auf Seite 455.
Tafel XIII zu **J. Grüß**, Erklärung auf Seite 469.
Tafel XIV zu **W. Herter**, Erklärung auf Seite 423.
Tafel XV zu **A. Ursprung**, Erklärung im Text Seite 475 ff.
Tafel XVI zu **E. Bachmann**, Erklärung auf Seite 591.
Tafel XVII zu **Emanuel Senft**, Erklärung im Text Seite 592 ff.
Tafel XVIII zu **A. Schulz**, Erklärung auf Seite 618.
Tafel XIX zu **A. Schulz**, Erklärung auf Seite 709.
Tafel XX zu **Emanuel Senft**, Erklärung auf Seite 718.
Tafel XXI zu **Ign. Urban**, Erklärung auf Seite 757.
Tafel XXII zu **K. Giesenhagen**, Erklärung auf Seite 807.
Tafel XXIII zu **E. Heinricher**, Erklärung auf Seite 829.
Tafel XXIV zu **R. von Wettstein**, Erklärung auf Seite 836.
Tafel XXV zu **Otto Schüepp**, Erklärung auf Seite 857.

Übersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—32), ausgegeben am 24. Februar 1916.
Heft 2 (S. 33—152), ausgegeben am 30. März 1916.
Heft 3 (S. 153—222), ausgegeben am 27. April 1916.
Heft 4 (S. 223—284), ausgegeben am 25. Mai 1916.
Heft 5 (S. 285—354), ausgegeben am 29. Juni 1916.
Heft 6 (S. 355—420), ausgegeben am 27. Juli 1916.
Heft 7 (S. 421—470), ausgegeben am 28. September 1916.
Heft 8 (S. 471—664), ausgegeben am 23. November 1916.
Heft 9 (S. 665—800), ausgegeben am 28. Dezember 1916.
Heft 10 (S. 801—902), ausgegeben am 25. Januar 1917.
Schlußheft [S. (1)—(165)], ausgegeben am 15. Juli 1917.

Berichtigung.

In meinem im Oktober dieses Jahrganges auf Seite 559 ff. erschienenen Aufsatze „Zur Frage des Generationswechsels im Pflanzenreiche“ hatte ich den Entwicklungszyklus der Gallwespen wie folgt angegeben:

Gallwespen mit einfachem Generationswechsel:

(♀) $G_1 (M_1 + M_2) K_2 +$ ♂ ♀ $G_2 (M_3 + M_4) K_2 + [K_1]$

(= agame Generation, bestehend aus Larve + Imago, diploid, + Geschlechtsgeneration, bestehend aus Larve + Imago, die aber von denen der ersten Generation abweichen, diploid, die Keimzellen produzierend.)

Bei der Niederschrift dieser Formulierung waren mir die vor einigen Jahren von DONCASTER (Proceedings of the Roy. Soc. London Ser. B. Vol. 82 u. 83, 1910 u. 1911) über den Phasenwechsel ermittelten Tatsachen noch unbekannt. Ich wurde erst durch eine freundliche Zuschrift von Dr. NACHTSHEIM (München), dem ich dafür auch an dieser Stelle danke, auf die verwickelten cytologischen Verhältnisse aufmerksam gemacht.

Nach DONCASTER verläuft der Entwicklungsgang für eine unserer gewöhnlichsten eichenbewohnenden Arten, den *Neuroterus lenticularis* folgendermaßen:

Die agame Frühlingsgeneration, die aus befruchteten Eiern hervorgeht, ist dementsprechend diploid und zwar besitzt sie 20 Chromosomen. Die Exemplare dieser Generation sind aber nicht alle in ihrem Verhalten gleichartig, vielmehr muß man zwei Gruppen unterscheiden.

Die eine liefert diploide Eier, die also keine Reduktionsteilung erfahren haben, die andere hingegen haploide Eier. Beide Arten von Eiern entwickeln sich parthenogenetisch zu Individuen der Geschlechtsgeneration und zwar werden aus den diploiden Eiern Weibchen, aus den haploiden Männchen, die demnach die einfache Chromosomenzahl (10) aufweisen.

Diese ♂ und ♀ der Geschlechtsgeneration verhalten sich ähnlich wie die ♂ und ♀ der Bienen und anderer Hymenopteren. Die ♀ produzieren Eier, die eine Reduktionsteilung erfahren, während bei der Spermatogenese der haploiden ♂ eine solche unterbleibt.

Diesen Verhältnissen kann man natürlich nicht durch eine einzige Formel gerecht werden, sondern muß vielmehr ♂ und ♀ getrennt behandeln. Man erhält demnach für Gallwespen vom Typus des *Neuroterus lenticularis:*

$$(\text{♀})\, G_1 (M_1 + M_2)\, K_2 + [K_1] \qquad + \text{♂}\, G_2 (M_3 + M_4)\, K_1$$

(„Männchenbestimmerin“ der agamen Generation, diploid, mit Reduktionsteilung der Eier, + Männchen der Geschlechtsgeneration, haploid; beide Generationen mit Gestaltswechsel)

$$(\text{♀})\, G_1 (M_1 + M_2)\, K_2 \qquad + \text{♀}\, G_2 (M_3 + M_4)\, K_2 + [K_1]$$

(„Weibchenbestimmerin“ der agamen Generation, diploid, aber ohne Reduktionsteilung der Eier, + Weibchen der Geschlechtsgeneration, diploid mit Reduktionsteilung der Eier; beide Generationen mit Gestaltswechsel).

Läßt man die Symbole für den Gestaltswechsel fort, der ja hier selbstverständlich und für die in erster Linie interessierende Kombination von Phasen- und Generationswechsel belanglos ist, so erhält man die einfacheren Formeln:

$$(\text{♀})\, G_1\, K_2 + [K_1] \qquad + \text{♂}\, G_2\, K_1$$

$$(\text{♀})\, G_1\, K_2 \qquad + \text{♀}\, G_2\, K_2 + [K_1]$$

die die hier gewiß recht verwickelten Verhältnisse übersichtlich zum Ausdruck bringen und für die Brauchbarkeit der vorgeschlagenen Formulierung einen neuen Beleg liefern.

Buder.

Weitere Berichtigungen.

S. 355 Zeile 13 lies „des“ statt „der“.

S. 355 Zeile 11 von unten lies „75“ statt „70“.

S. 508 Zeile 9 lies: STARK „Experimentelle Untersuchungen über das Wesen und die Verbreitung der Kontaktreizbarkeit. Jahrb. für wiss. Botan. 57, 1916 statt Beiträge zur Kenntnis u. s. w.

S. 778 Zeile 9 von unten lies „sie bei uns“ statt „sie“.

S. 779 Zeile 13 von unten lies „der Mitte“ statt „des Mitte“.

S. 781 Zeile 4 von oben lies „tragen“ ein vielfach statt „in“ ein vielfach.

S. 782 Zeile 9 von unten lies „ihm“ statt „ihnen“.

S. 893 Zeile 13 von oben lies GAIDUKOW (1898 . . . statt 1899.

S. 893 Zeile 14 von oben lies OLTMANNS (1904 . . . statt 1906.

S. 896 Zeile 9 von oben lies SCHMITZ (1882 . . . statt 1892.

S. 896 Zeile 5 von unten lies „ich“ statt „in“.

S. 898 Tabelle I. Unter *Spirogyra* bei Jodjodkalium füge 2 + + hinzu.

S. 899 Zeile 4 von oben lies 1905 statt 1908.

S. 899 Zeile 11 von oben lies bzw. „sein“ statt „ein“.

S. 899 Zeile 3 und 4 von unten lies „Chloroform oder Toluol“ statt „Chloroform- oder Toluollösung“.

S. 900 Zeile 17 von unten lies BRAND (1908 statt 1905.

S. 901 Literaturverzeichnis unter GAIDUKOW lies 27. I statt 271,
unter HANSGIRG lies „Synopsin“ statt „Synopsis“
vor KYLIN lies 1910 statt 1906,
hinter Z. f. physil. Chemie füge ein: Bd. 69. S. 168.

S. 901 vor SCHMITZ lies 1897 statt 1887.